Traducere din limba maghiară
de P. GERAN şi M. TEODORESCU ★
Ilustraţiile au fost reproduse după originalul maghiar ★
Coperta de D. IONESGU
TARKABARKA FIZIKA IFJUSÂGI KONYVKIADO Budapest 1955
LUKÂCS E. — PETER A. TARJÂN R.
CALEIDOSCOP FIZIC
19 5 7
Nr. 2542
Redactor de carte : P. Dudcovschi Tehnoredactor : N. Panaitide Corector : V. Sion
Dat la cules 24.1.957. Bun de tipar 24.1 V.957. Tiraf 12.050 ex. broşate şi 3.050 ex. cartonate. Hîrtie editiuni tip B -de 60 gr. m.p. Coli de tipar 18.25. Coli de editură 13,5. Ft. 32/84*108. Corn. editurii 2311. Ediţia I. A. 05580. Pentru bibliotecile mici indicele de clasificare (53 (A)=R)
Tiparul executat sub com. nr. 156 la Combinatul Poligrafic Casa Scînteii V. STALIN". Bucureşti — R.P.R.

Cuvînt înainte

Lectura preferată a autorilor acestei cărţi sînt romanele lui Jokai, marele romancier maghiar. Acesta ne arată în „Romanul secolului viitor" cum vede el transformarea felului de viaţă al oamenilor, o dată cu dezvoltarea tehnicii.

Astfel, în oraşul viitorului, pe care-l numeşte „Căminul": „...maşinile fabricilor nu mai consumă cărbuni] fiecare fabrică şi-a forat un puţ în adîncurile pămîntului şi îşi scoate de acolo combustibilul necesar. Izvorul de energie subterană furnizează totodată şi gaze, care se pot folosi, după o transformare chimică, pentru iluminat. Toate casele oraşului „Căminul" sînt legate prin conducte, cu puţurile „de foc", de unde iarna primesc căldură, şi în timpul nopţii, lumină. Gazele servesc, de asemenea, şi pentru gătit. Cînd timpul e friguros, ele încălzesc grădinile şi semănăturile ameninţate de ger, iar vara contribuie la coacerea strugurilor. într-un cuvînt, gazele produc energia necesară tuturor fabricilor, alimentează focul vetrelor, creează atmosfera tropicală, caracteristică serelor de lux".

în adevăr, aşa arată străzile principale ale oraşului „Căminul": ca nişte sere de lux.

Punerea în mişcare a maşinilor, încălzitul şi gătitul cu ajutorul căldurii scoase din fundul pămîntuluiI Ce minunată idee! Realizarea ei ar transforma complet felul de viaţă al omenirii. Dar este oare posibil acest lucru?

Foarte mulţi copii citesc romanele lui Jokai sau cele ale lui Jules Verne, care descriu întîmplâri fantastice asemănătoare. Desigur că cititorii acestor cărţi îşi pun întrebarea: care este sîmburele ştiinţific al fantasmagoriilor povestite şi ce s-ar putea realiza din ele? Pentru a putea să răspundem, nu e deajuns să ştim ceea ce am învăţat la şcoală, la lecţiile de fizică. Pentru aceasta, este nevoie să ne însuşim modul de gîndire potrivit fizicii, adică raţionamentele ei, şi să ştim a aplica singuri cele învăţate.

Asemenea probleme dir^ domeniul fizicii, fenomene obişnuite în viaţa de toate zilele, precum şi idei fantastice, am strîns în această carte. Aşadar nu vom putea învăţa din ea chiar fizică. Ba, mai mult, pentru ca cineva să răsfoiască această carte cu folos, va trebui să cunoască mai întîi legile fundamentale ale fizicii. Numai aşa vom putea să învăţăm a gîndi în spiritul fizicii, şi vom putea să aplicăm mai bine cele ce cunoaştem, in oricare ramură a activităţii noastre.

Nădăjduim că toţi cei ce vor citi cartea aceasta şi vor cugeta asupra celor citite, vor cîştiga nenumărate cunoştinţe din domeniul fizicii. .

\

## Capitolul I
## CURIOZITĂŢI ŞI ÎNVĂŢĂMINTE DIN MECANICĂ

### O călătorie ciudată

Cui nu-i plac romanele lui Verne? Cei mai mulţi dintre noi citim cu nespusă plăcere întîmplările fantastice, în care imaginaţia scriitorului se avîntă dincolo de marginile reali-tăţii, descriind maşini şi mijloace de transport ce nu există decît în mintea sa. S-a întîmplat însă uneori ca visurile scriitorului să se şi înfăptuiască mai tîrziu, o dată cu dezvoltarea tehnicii, măcar în parte, dacă nu în totul, aşa cum îşi închipuise el. Astfel s-a realizat, de pildă, avionul visat de Jokai în „Romanul secolului viitor".

Alte ori, însă, imaginaţia poetică îl duce prea departe pe scriitor. Eroii săi participă la peripeţii care nu numai că nu s-au întîmplat, dar nici nu sînt posibile în realitate, de-oarece contravin legilor fizicii.

Astfel, un scriitor francez din secolul al XVII-lea ne povesteşte o întîmplare ciudată a eroului său. Acesta era un fizician şi, în timpul experienţelor, puterea unei explozii îl aruncă în aer, împreună cu retorta sa. El rămase suspendat acolo timp de cîteva ore,pînă cînd reuşi în sfîrşit să coboare din nou la pămînt. Dar, ce surpriză: în loc să se mai afle în

7

Franţa, unde făcuse experienţa, se pomeni tocmai în Canada, adică în America de Nord! Ei, dar nu degeaba era el fizician! A şi găsit explicaţia ciudatei întîmplări! Fără nici un pic de îndoială, asta era: pe cînd se afla în aer, pămîntul s-a învîr-tit sub el de la apus spre răsărit, astfel că, revenind pe sol, a ajuns şi fizicianul nostru mult mai spre apus faţă de locul ridicării în aer.

Interesantă teorie — n-ai ce zice! — şi unde mai pui că ieftineşte extraordinar călătoriile ! Fără să ne mai urcăm în tren, sau în vapor, fără să mai călătorim zile întregi, ne ridicăm doar în aer şi aşteptăm foarte comod să se învîrtească pămîntul sub noi. Soluţionîndu-se acum şi problema ridicării în aer, cu balonul de exemplu, nu mai este nevoie nici de vre-un miracol, ca în secolul al XVII-lea.

Acest minunat mijloc de comunicaţie nu are decît un singur defect, şi anume acela de a fi irealizabil. De ce?

Se ştie că pămîntul este înconjurat de un strat de aer, înalt de circa 400 km. Zadarnic ne-am lansa de la suprafaţa pămîntului, căci, ridicîndu-ne în aer, am rămîne tot în atmosferă care, fiind antrenată în mişcarea de rotire a globului, duce cu ea tot ce cuprinde: nori, păsări, avioane, insecte — şi pe noi, fireşte!

Ce s-ar întîmpla pe pămînt dacă atmosfera nu s-ar învîrti împreună cu el?

Să ne închipuim că ne aflăm într-un automobil deschis, care goneşte în sens contrar rotaţiei pămîntului cu o viteză de 100 km pe oră.

Chiar dacă vîntul nu ar sufla de loc, în timp ce maşina goneşte, noi vom simţi un puternic curent de aer — nu din faţă, cum ne-am aştepta, ci din spate. Dacă atmosfera ce înconjoară pămîntul nu s-ar învîrti împreună cu el, am trăi tot timpul într-o furtună neînchipuit de puternică, deoarece viteza de rotire a globului este de circa 1 200 km pe oră. Ca să ne dăm seama de această valoare, să ne gîndim ca viteza celui mai puternic uragan nu atinge decît 144 km pe oră ! In zadar ne-am ridica la înălţimi mari: pămîntul nu se deplasează sub noi, ci ne duce cu el. Revenind pe sol, ne vom găsi tot în locul de unde am plecat. Că aşa stau lucrurile, se poate dovedi într-un mod foarte simplu: aflîndu-ne într-un tren în plin mers, să sărim de mai multe ori în sus. Vom constata că revenim mereu ps locul nostru iniţial. E drept ca trenul îşi schimbă neîncetat poziţia sub noi, dar totodată şi noi urmăm aceeaşi mişcare, ca şi trenul , chiar în timpul săriturii.

## 1. 0 mică „ghicitoare"

Dar în loc să sărim în aer şi să exploatăm rotirea pămîn-tului, e mai sigur să călătorim cu acceleratul. Şi în acest timp vom avea şi ocazia să rezolvăm o problemă „pămîntească".

Iată: Trenul accelerat aleargă în plină viteză, mistuind kilometru după kilometru. Intr-un compartiment, în lipsă de altceva mai amuzant, călătorii discută: care să fie viteza trenului? Unul din ei căuta să demonstreze că ea ar fi de cel puţin 80 km pe oră, iar altul, şi mai „specialist", pretindea că trenul ăsta n-ar face nici 40 km pe oră. Primul propuse

un rămăşag, dar celălalt nu voia să primească, deoarece nu era nimeni acolo care să fi putut hotărî de partea cui e dreptatea.
Interveni atunci 'un al treilea călător, care pînă în clipa aceea nu scosese o vorbă, şi se oferi să hotărască el cine a cîştigat. Cei doi se întoarseră miraţi:
— Dar dumneavoastră de unde ştiţi care e viteza trenului?
— Deocamdată nu ştiu, dar pot calcula! Scoateţi, vă rog, ceasul şi urmăriţi secundarul. Aşa ! Număraţi de cîte ori pe minut se zdruncină vagonul!
Timp de un minut, toţi cei de faţă îşi priviră cu atenţie ceasurile şi numărară zdruncinăturile. In sfîrşit, minutul trecu.
3
— De optzeci de ori! exclamară aproape toţi odată.
— împărţiţi la 4! zise cel ce se oferise să arbitreze.
— Fac douăzeci! strigară în cor tovarăşii de drum.
— Ei, acum să înmulţim cu 3 !
— Şaizeci!
— Bine! Aşadar, trenul nostru merge cu o viteză aproximativă de 60 km pe oră!
— Dar cum, cum aţi calculat? năvăliră întrebările călătorilor miraţi.
— E foarte simplu. Totuşi, secretul nu vi-1 spun! De altminteri, oricine îl poate afla şi singur!
Călătorii se gîndiră, socotiră, discutară. Deodată, trenul intră într-o gară. Un călător coborî şi măsură cu pasul lungimea unei bucăţi de şină.
— Am descoperit „secretul", — strigă el fericit. 12 met:i!
— Bineînţeles! —spuse „înţeleptul" compartimentului— asta este lungimea standardizată a şinelor!
Fireşte că acum ne va fi uşor să calculăm viteza: trenul a parcurs într-un minut 80x12=960 metri, iar într-o oră, de şaizeci de ori mai mult, adică 57 600 metri, ceea ce fac 57,6 kilometri. într-adevăr, aproape 60 kilometri...
Da, dar socoteala a fost cu mult mai simplă. Nu era ne voie să înmulţim cu cifre atît de mari, ci doar să împărţim la 4 şi să multiplicăm cu 3. Asta se poate calcula foarte uşor şi în minte.
Cum a procedat „înţeleptul" compartimentului?
Unde cade o piatră aruncată din avion?
Un elev din clasa a şaptea a avut ocazia să ia parte la un mare eveniment. Un bun prieten al tatălui său era pilot. Acesta 1-a dus la aeroport, 1-a urcat într-un avion şi s-au ridicat împreună în văzduh. Elevul mi-a povestit că în timp
3
ce zburau pe deasupra oraşului, privind în jos, a zărit căsuţa şi grădina celui mai bun prieten al său. Şi ce i-a dat prin gînd? Să-i trimită prietenului salutări, de-acolo, de sus. Noroc că avea la el un creion şi o bucată de hîrtie, iar în buzunarele-i pline cu tot felul de „bogăţii" se găsea chiar şi o piatră! Scrise deci repede salutările, înfăşură bine piatra în hîrtie şi, cînd avionul ajunse deasupra casei, o azvîrlijos. El era sigur că piatra va cădea în grădina casei. Dar, urmărind cu ochii dacă scrisoarea îşi va atinge ţinta, băgă de seamă, cu mirare, că piatra, în căderea ei, rămînea mereu sub avion, de parcă ar fi ^ coborît pe un fir invizibil. Şi cînd ajunse, în sfîrşit, la pă-mînt, ea se opri mult mai de- ^ parte de locul pe care-1 ţintise elevul.
Care să fi fost cauza?
Deşi ar putea să pară ciudat în primul moment, cauza este aceeaşi care împiedică însăşi funcţionarea mijlocului de comunicaţie de care vorbeam la începutul cărţii. într-adevăr, piatra s-a mişcat îm-
Piatra aruncată din avion îşi păstrează mişcarea în direcţie orizontală. La aceasta se adaugă şi căderea ei verticală. Din cele două mişcări rezultă o a treia, cea reprezentată prin linia întreruptă.

preună cu avionul, cu aceeaşi viteză în direcţie orizontală. Părăsind avionul, piatra a căznit, dar, din cauza inerţiei, ea şi-a păstrat şi mişcarea anterioară, orizontală. Cele două mişcări—orizontală şi verticală— se combină în modul arătat de figura alăturată, iar piatra, în căderea ei, descrie o curbă asemănătoare cu drumul unui corp aruncat în direcţie orizontală, sau cu traiectoria unui glonţ.
în realitate, însă, lucrurile nu stau chiar aşa. Mai trebuie să ţinem seamă şi de faptul că, în ambele sensuri, mişcarea întîmpină rezistenţa aerului. Deci piatra nu merge chiar o dată cu avionul, ci rămîne tot mai mult în urma lui.
Piloţii bombardierelor trebuie să calculeze direcţia de ochire în baza principiului arătat mai sus, ţinînd seamă, bineînţeles, şi de alţi factori, cum este, de exemplu, direcţia vîn-tului.
Părăsim globul păm înţese
Dezvoltarea tehnicii a dat de lucru întotdeauna imaginaţiei scriitorilor.
Descoperirea avionului îndeosebi le-a inspirat numeroase creaţii. De cînd în faţa omului s-a deschis drumul spre înălţimile văzduhului, s-a ivit de la sine şi întrebarea dacă nu ar fi cu putinţă să ne ridicăm la înălţimi mereu mai mari, pînă ce am părăsi cîmpul de atracţie al pămîntu-lui şi am ajunge într-o altă planetă.
Deşi există cărţi cu acest subiect ce descriu călătoriile nterplanetare într-un chip extrem de verosimil, ne dăm seama că acest vis nu este încă posibil în stadiul actual al ştiinţei. Trebuie să ne gîndim însă că voinţa oamenilor, perfecţionarea mijloacelor lor tehnice, şi dezvoltarea ştiinţei au dus la soluţionarea multor probleme, pe care toată lumea pînă atunci le considerase ridicole, imposibile.
Primii paşi — deocamdată foarte modeşti — s-au şi făcut, în vederea realizării zborului în lună. Savantul rus Ţiolkov-ski a fost primul care a propus un proiect acceptabil, putînd servi ca punct de plecare pentru realizarea acestui zbor.
4
Dar care să fie, de fapt, motivul ce ne opreşte să zburăm cu avionul sau cu zepelinul pînă la lună? Dirijabilul, ca şi avionul, nu poate înainta decît în atmosferă. Deplasarea acestor vehicule se realizează tocmai cu ajutorul forţei ascensionale. Or, între pămînt şi lună nu există aer. Stratul de aer ce înconjoară pămîntul are o grosime de aproximativ 400 km, pe cînd distanţa dintre pămînt şi lună este de 400 000 km. Bineînţeles că în aceste condiţii nici dirijabilul şi nici avionul n-ar putea să ne fie de folos. Problema ce se pune este construirea unui mecanism care să nu aibă nevoie de aer pentru a se mişca. După părerea lui Ţiolkovski, a-ceastă maşină ar fi racheta. El şi-a imaginat o rachetă uriaşă, transportînd o cantitate mare de explozivi, fiind propulsată prin gazele aruncate afară. Călătorii pot regla ei singuri puterea [exploziilor şi, prin aceasta, însăşi viteza rachetei. Reducînd viteza, pot să aterizeze pe oricare planetă şi apoi să se întoarcă pe pămînt. Această teorie nu conţine nimic în contrazicere cu vreuna din legile fizicii, însă realizarea ei practică se loveşte de o mulţime de probleme, deocamdată nerezolvate. Dezlegarea lor este o chestiune de viitor.
Modelul rachetei.
4
Dar cum funcţionează racheta? S-a crezut, mai demult, că ea zboară, deoarece prin arderea prafului exploziv din interior se formează gaze, care o împing înainte, în urma iz-birii lor de rezistenţa aerului. Bine, bine, dar faptul că ra-
Roata chinezească. „Maşina de abur" a lui Heron.
cheta poate zbura şi în vid, ba chiar mai bine decît în atmosferă, se opune acesteTteorii! Să ne închipuim un cilindru de tablă, închis la un capăt şi deschis la celălalt. Cilindrul este umplut cu praf de puşcă şi numai de-a lungul axei sale are un canal gol. Arderea prafului explozibil începe din acest canal şi se extinde apoi spre suprafaţa sa exterioară. Prin ardere se nasc gaze, care exercită o apăsare asupra pereţilor cilindrului de tablă. Pre-siunile laterale se compensează.

Cum însă cilindrul este deschis la un capăt şi pe acolo gazele ies libere, presiunea exercitată asupra celuilalt capăt nu este cu nimic compensată, astfel că racheta este împinsă în direcţia prevăzută prin potrivirea dispozitivului de lansare.
5
Vaporaşul este împins înainte de gazele produse în coaja unui ou şi evacuate prin ori-ficiul din spate.
Pe baza aceluiaşi principiu se învîrtcşte şi „roata chinezească", una din figurile preferate ale jocurilor de artificii: pe o roată se leagă tuburi pline cu praf de puşcă. La arderea acestuia, gazele ies printr-o parte, iar tuburile —fireşte împreună cu roata — se în-vîrtesc în sens opus. Este interesant de ştiut că forma cea mai cunoscută a acestui dispozitiv a fost inventată de un fizician maghiar — Ioan Segner — numindu-se şi azi „morişca lui Segner."Acelaşi principiu a stat şi la baza primei „maşini cu abur" construită de Heron din Alexandria, cu 200 de ani î.e.n. Aburul din cazan trece prin ţevi spre o sferă fixată pe un ax orizontal. Pe această sferă sînt montate alte ţevi, cotite, prin care aburul este aruncat în atmosferă, împingînd ţevile în direcţie opusă şi făcînd astfel ca sfera să se învîrtească. Este drept că, pe vremea lui Heron, nimănui nu i-a trecut prin gînd că acestui mecanism i s-ar putea da o întrebuinţare practică, fiind socotit, pur şi simplu, ca o jucărie. într-adevăr, în epoca sclavagistă, forţa producătoare cea mai ieftină era munca sclavilor, aşa că exploatatorii nu puteau avea nici un interes să înlocuiască puterea omului prin maşini.
Şi noi putem construi, pe baza principiului lui Heron, un vaporaş, din hîrtie şi coajă de ou. Corpul vaporaşului se confecţionează din hîrtie, iar aburul se formează într-un „cazan" înjghebat dintr-un ou din care s-a scos conţinutul printr-o gaură mică făcută la un capăt. Sub „cazan" se aşază un degetar, în care am pus vată îmbibată cu spirt.
5
Prin arderea acestuia, aerul din coaja oului se încălzeşte şi iese prin orificiul de la capăt, făcînd astfel ca vaporaşul să se mişte în direcţie opusă.
Cum putem folosi mişcarea relativă
Ne aflăm într-un tren care merge în plină viteză. Ajungem la o gară mai mare, de la care porneşte o linie dublă. Pe linia paralelă, o dată cu trenul nostru mai pleacă un tren şi, cum amîndouă merg cu aceeaşi viteză*, ele înaintează unul lîngă altul. Observatorului aflat într-unui din cele două trenuri i se pare că ambele trenuri stau nemişcate şi că roţile trenului vecin se învîrtesc pe loc, în chip ciudat. Putem spune că cele două trenuri se află unul faţă de altul în stare de repaus.
In locul acestui exemplu, care s-ar putea să nu pară tocmai clar, să ne gîndim, de pildă, că orice fiinţă sau obiect de pe globul pămîntesc, pe care noi îl considerăm în stare de repaus, în realitate se mişcă, se roteşte odată cu pămîn-tul în jurul axei acestuia şi în jurul soarelui.
Dar cum să punem noi în valoare nemişcarea aparentă?
E lucru ştiut că o bună parte a energiei trenurilor şi tramvaielor — mai mult de jumătate — se consumă la opririle în staţii prin* mărirea treptată a vitezei la pornire, şi prin rînare la sosirea în staţii. Totodată se pierde şi mult timp. Cum s-ar putea oare economisi acest timp şi această energie? Este evident că ar trebui să se inventeze un mijloc care să permită urcarea sau coborîrea, din trenuri şi tramvaie, în plin mers, fără ca acestea să mai oprească. Un asemenea mijloc ar fi peronul mobil:
Staţiile se află pe un teren rotund, înconjurat de o placă turnantă. Printr-un mecanism simplu se poate face ca viteza vagoanelor în jurul plăcii să fie egală cu viteza periferică a acesteia. Astfel, călătorii pot trece fără nici un pericol de pe placă în vagon şi invers.
5
Călătorul care coboară din tren se îndreaptă spre staţia din centrul plăcii. Deoarece punctele mai apropiate de centrul plăcii se mişcă, fireşte, mai încet decît cele periferice, călătorul poate trece liniştit de pe marginea interi-
Aşa arată peronul imaginar, de pe care călătorii pot să urce într-un tren în plină viteză.

oară a plăcii pe platforma centrală, care e nemişcată, şi de aici, peste un pod, el poate părăsi staţia.
S-ar mai putea imagina şi o altă metodă pentru a înlesni călătorilor urcarea şi coborîrea în plină viteză a trenului:
Să presupunem că pasagerii care aşteaptă un tren accelerat nu stau pe peron, ci într-un alt tren, garat pe o linie alăturată.
• La intrarea în staţie a acceleratului aşteptat, trenul garat porneşte şi el cu aceeaşi viteză, astfel că cele două
2
6
trenuri vor fi între ele în stare relativă de repaus. Atunci, pe o pasarelă care ar lega cele două trenuri, călătorii vor putea trece liniştiţi dintr-un tren în altul.
Strada care merge!
1
Bazîndu-ne tot pe mişcarea relativă, ne putem imagina şi strada viitorului, „strada care merge".
Să ne închipuim cinci rînduri de trotuare puse în mişcare de maşini speciale, cu viteze diferite. Fîşia din margine se mişcă destul de încet — cu 5 km pe oră. Este viteza medie cu care merge un om, aşa că nu ne va fi greu să trecem de pe strada nemişcată, pe această fîşie. Urmează apoi fîşia a doua, care are o viteză de 10 km pe oră. Din strada obişnuită nu am putea trece direct pe fîşia a doua, dar de pe prima, ce se mişcă numai cu 5 km pe oră, ne va fi mai uşor, deoarece a doua fîşie se deplasează faţă de prima cu o viteză de 5 km pe oră.
Fîşia a treia se mişcă cu 15 km pe oră, cea de a patra, cu 20 şi, în sfîrşit, a cincea, cu 25 km pe oră. Aşadar, viteza fiecărei fîşii creşte cu numai 5 km pe oră faţă de cea dinaintea ei.
Pietonul va trece cu uşurinţă de pe o fîşie pe cealaltă, şi pînă la urmă, deşi stă pe loc, el va „merge" totuşi spre destinaţie cu o viteză de 25 km pe oră. Odată ajuns, va trece iarăşi de pe o fîşie pe alta, daf4 acum în direcţie opusă, pînă ce va reveni pe teren stabil.
2. O altă întrebare cu tîlc
In paginile acestea ne-am făurit visuri aproape realizabile cu privire la părăsirea atmosferei globului pămîntesc. Mai-mai să uităm ca nici zborul „obişnuit" nu este o cuce
6
rire atît de veche a omului. Nu ne-a trecut măcar prin minte că ideea de bază a zborului vine de la „zmeul" copiilor!
Cum este posibil ca un copil să ridice zmeul în aer, tră-gîndu-1 de sfoară, împotriva vîntului?
Gîndiţi-vă şi răspundeţi corect.
3. Ultima întrebare cu tîlc din acest capitol
In prima parte a prezentului capitol am vorbit despre o metodă de transport deosebit de ieftină, dar irealizabilă, - deoarece contravine legilor naturii! Cu această ocazie am stabilit că pămîntul se mişcă împreună cu noi. Să încheiem acest capitol prin-tr-o întrebare legată de cele de mai sus — la care va trebui să răspundă însă cititorul! Poate omul să depăşească viteza pămîntului? Se pot oare realiza viteze Zmeul> forma cea mai primitivă egale, sau mai mari, decît a avionului,
cea cu care se roteşte pămîntul în jurul axei sale? S-ar putea întîmpla să vedem soarele răsărind în altă parte decît la răsărit?
2*
Capitolul ÎI
FORŢA, LUCRUL MECANIC, FRECAREA
Unirea face puterea

Zicala aceasta e adevărată, dar, în fizică, nu întotdeauna combinarea unor forţe duce la sporirea acţiunii lor.
Să luăm, de exemplu, furnicile. Din multe poveşti şi fabule interesante ne-am obişnuit să le privim ca pe un exemplu de hărnicie. Ba mai mult chiar! Numeroase istorioare ne vorbesc despre „statul furnicilor", despre „munca lor planificată", sau de felul cum îşi „împart" ele munca şi cum „se ajută" reciproc.
Aşa să fie oare în realita'te? După observaţiile savanţilor entomologi, toate acestea sînt numai poveşti. Ei au observat forfota furnicilor şi au ajuns la concluzia că pretinsa colaborare conştientă se petrece doar în aparenţă.
Să vedem, aşadar, de unde vine iluzia colaborării furnicilor şi care este realitatea? m
Pe pămînt zace o larvă. Este o pradă uriaşă pentru furnici. Mai multe zeci de furnici se şi apropie de grabă s-o care de-acolo. S-ar părea că toate tind spre aceeaşi ţintă, ca şi cum colaborarea între ele ar fi perfectă. La această aparenţă mai contribuie şi faptul că toate furnicile depun
20 acelaşi efort. Ele îşi duc zorite larva, pînă ce în cale li se iveşte o piedică neaşteptată. O pietricică, sau chiar un fir de iarbă constituie pentru furnici o dificultate serioasă. Abia atunci ne dăm seama că nici nu poate fi vorba despre o colaborare planificată între furnicile noastre! Fiecare din ele caută cu desperare să învingă piedica ce s-a ivit în drum, trage, smuceşte şi schimbă mereu poziţia larvei.
Una trage încărcătura spre dreapta, alta spre stînga. Una o împinge înainte, alta înapoi. încotro se va deplasa larva? Evident că dacă trei furnici o trag într-o direcţie,
iar şapte furnici în cealaltă, ea se va mişca pînă la urmă în direcţia în care trag cele şapte furnici. Am putea crede că cele şapte furnici trag greutatea, iar celelalte trei o împing în aceeaşi direcţie, ajutînd la căratul ei. Dat în realitate nu se întîmplă aşa, după cum se poate dovedi uşor: depăr-tînd cu lama unui cuţit pe cele din spate, vedem că larva este dusă cu mult mai repede. Ceea ce înseamnă că furnicile din spate nu au fost un ajutor, ci o piedică.
Ce putem deci învăţa din exemplul furnicilor? (Bineînţeles că nu ne gîndim la învăţămintele morale, ci la cele fizice).
Putem deduce de aici că sub efectul unor forţe de direcţii diferite se naşte o singură mişcare. Cît despre sensul şi viteza ei, acestea depind de forţele componente.
Furnicile îşi transportă prada prin-tr-o muncă aparent coordonată; în realitate, însă, ele se împiedică în mişcări, una pe alta.
7
Deplasarea globului pămînţese
Putem oare să mişcăm un corp de masă mare utilizînd forţe relativ mici? La această întrebare, în primul moment, oricine va răspunde că nu! Dar răspunsul pripit este greşit. Fizica ne învaţă că orice corp — oricît de greu ar fi — poate fi pus în mişcare de o forţă mică, cu condiţia ca acest corp greu să fie „liber". Ce înţelegem prin noţiunea de „liber"? Un corp care nu se freacă de nimic, nu întîmpină în mişcarea sa nici o rezistenţă (a aerului sau a apei de exemplu) şi nu este legat de nici un alt sistem de corpuri, poate fi considerat un corp liber. Mişcările pe care le observăm în mod obişnuit nu sînt libere, căci obiectele în mişcarea lor se freacă de pămînt, de aer, de apă etc.
Dacă vrem să împingem, de pildă, un dulap de stejar pe parchet, mai mult de 1/3, adică peste 34% din energia necesară deplasării dulapului, o consumăm pentru a învinge frecarea dintre dulap şi parchet. Dacă nu ar exista însă nici frecarea şi nici rezistenţa aerului, am putea împinge dulapul cu un singur deget.
Atunci, unde găsim o mişcare „liberă", fără frecare şi fără rezistenţa mediului înconjurător? De bună seamă, o asemenea mişcare este cea a soarelui sau a planetelor. Din cele spuse pînă acum rezultă că omul ar putea deplasa, prin forţa muşchilor săi, chiar globul pămîntesc? Ei, da! Ori de cîte ori un copil face o săritură, el împinge pămîntul în sens opus şi-i imprimă o viteză contrarie.

Dar dacă acesta este adevărul, ar trebui să simţim mereu asemenea fenomene! într-adevăr pămîntul nostru este supus în fiecare clipă unui număr imens de acţiuni identice. Perfect! Se pune însă întrebarea: cît de mare va fi viteza cu care se deplasează globul pămîntesc, adică va fi ea oare perceptibilă sau nu?
8
Cunoaştem principiul mecanicii după care fiecărei acţiuni îi corespunde un efect de aceeaşi mărime, dar de sens opus.
Pe baza acestui principiu putem afirma că, atunci cînd sărim, împingem pămîntul cu aceeaşi forţă cu care corpul nostru s-a ridicat în aer. Dar viteza rezultată nu depinde numai de forţă, ci şi de masa corpului asupra căruia acţionează forţa. Cu cît masa este mai mare, cu atît mai mică este viteza rezultată. Dacă o forţă de aceeaşi mărime lucrează simultan asupra unor mase de 5 şi de 10 kg, cea de 5 kg se va deplasa cu o viteză dublă faţă de cea de 10 kg. Ori masa pămîntului, faţă de cea a omului, este incomensurabila, de unde rezultă că viteza imprimată pămîntului va fi extrem de mică, deci neglijabilă. Bineînţeles socotind masa pămîntului „incomensurabilă", am falsificat adevărul. Masa pămîntului nu poate fi de nemăsurat şi s-a ajuns chiar la determinarea ei. Totuşi, printr-un calcul relativ simplu1 se poate demonstra că, dacă un om de 60 kg sare la o înălţime de lm,
1 Publicăm acest calcul pentru cei care sînt mai „tari" la matematică.
Fie masa globului pămîntesc M, şi propria noastră masă m. Viteza imprimată globului pămîntesc prin săritura noastră va fi c, iar viteza noastră, v. Din principiul acţiunii şi reacţiunii reiese că cantităţile de mişcare rezultate sînt egale cantitativ, deci că:
m
M • c == m • v. adică c =- . v
M
Masa pămîntului este de aproximativ 6»IO27 g. Masa unui om de 60 kg este de 6. IO4 g. Deci
m 1
-— = •- , adică
M IO23
viteza pămîntului va fi de IO23 ori mai mică decît a omului care a sărit. Dacă omul sare la o înălţime de 1 m, viteza sa iniţială va fi
8
iar pămîntul păstrează viteza astfel imprimată timp de 1 miliard de ani, deplasarea pămîntului în acest timp va fi de 140 milimicroni (1 milimicron este a milioana parte dintr-un milimetru). Distanţa este atît de infimă, încît ea nu poate fi observată decît cu ajutorul celui mai fin microscop şi numai în timp de 1 miliard de ani. In realitate, însă, nici acesta nu e adevărul, deoarece pămîntul nu este în stare să păstreze timp de un miliard de ani viteza imprimată prin săritura unui om. Gîndiţi-vă: chiar cînd omul de 60 kg a sărit în aer, el continuă să fie supus puterii de atracţie a pămîntului, şi anume cu o forţă de 60 kg, iar corpul său atrage pămîntul, bineînţeles, tot cu 60 kg.
Aşadar, corpul celui care sare se mişcă în sus cu o viteză tot mai redusă.
Din toate acestea reiese însă că, chiar dacă am admite că omul ar imprima pămîntului o anumită viteză, el tot n-ar putea să-1 deplaseze decît în cazul în care ar găsi un punct fix, în afara globului pămîntesc, de care să se poată sprijini. Există oare, undeva, în spaţiu, un asemenea punct?
Putea Arhimede să urnească pămîntul din loc?
Legenda spune că Arhimede, genialul fizician din antichitatea greacă, descoperitorul unui mare număr de legi
de v = Y2-g»h adică v = V2 • 981 • 100 = 440 cm/sec. Viteza pămîntului fiind de IO23 ori mai mică, va fi deci de c = - cm/s.
1021 i

Aceasta este însă o cifră foarte mică !
Cît de departe ajunge pămîntul cu ea într-un miliard de ani? Ştim că drumul se poate calcula prin formula S == c. t. în cazul de faţă, t = 1 miliard de ani = 109.365-24.60.60 = 31.IO15 secunde;
4,4 4,4 140 S =--/ = —— 31.10^ =---= 140 milimicroni. (n. a.)
1Q21 1021 1Q6 1 '
24
I
ale fizicii ar fi exclamat odată: „Daţi-mi un punct de rea* zim şi voi urni pămîntul din loc\"
Cum a putut risca Arhimede o asemenea afirmaţie? Fireşte, nu ştim nimic exact, dar, dacă a făcut-o, este probabil că s-a bazat pe legea pîrghiei, descoperită de el.
Arhimede şi-a închipuit că poate urni pămîntul din locul său cu ajutorul unei pîrghii, sprijinită pe un punct fix.
într-adevăr, dacă punem sub greutatea pe care vrem s-o ridicăm braţul mai scurt al unei pîrghii cu două braţe, va trebui să depunem o forţă de atîtea ori mai mică, de cîte ori braţul sarcinii va fi mai scurt decît braţul forţei.
Cam aşa trebuie să fi raţionat şi Arhimede: dacă pîrghia are un braţ destul de lung, poţi să ridici cu ea — numai prin forţa mîinilor — o masă oricît de mare, fie şi globul pămîntesc.
Dar Arhimede nu putea şti ce uriaşă e masa globului! Chiar dacă am presupune că ar exista în spaţiu acel punct fix pe care-1 căuta el, şi dacă ne-am imagina că am construit şi pîrghia de lungimea necesară, ne vor trebui nu mai puţin de treizeci de bilioane de ani pentru a ridica pămîntul cu un singur centimetru ! De ce?
9
Astronomii au stabilit că masa pămîntului este de 6xl021 tone.
Presupunînd că un om poate ridica 60 kg, înseamnă că pentru ridicarea pămîntului va fi nevoie de o pîrghie al cărei braţ mai lung să fie de 1023 ori mai mare decît cel scurt.
Putem deduce uşor că dacă braţul scurt se saltă cu 1 cm, capătul braţului mai lung va descrie un arc de cerc imens, de IO18 km. Aceasta ar fi fost distanţa pe care trebuia s-o parcurgă mîna lui Arhimede, pentru a putea ridica pămîntul cu un singur centimetru !
Admiţînd că Arhimede era în stare să ridice o greutate de 60 kg într-o secundă, la o înălţime de 1 metru, înseamnă că el ar fi avut nevoie de IO21 sec, pentru a ridica pămîntul cu 1 cm! I-ar fi trebuit deci aproximativ treizeci de bilioane de ani!
Viteza cea mai mare pe care o întîlnim în natură este viteza luminii, care este de 300 000 km pe secundă. Dacă — printr-o minune de neînchipuit — Arhimede şi-ar fi putut mişca mîna cu o asemenea viteză, i-ar fi trebuit totuşi 10 milioane de ani, pentru a ridica pămîntul cu 1 cm.
La întrebarea dacă putea el să urnească, în felul acesta, pămîntul din loc, putem să răspundem liniştiţi: nu.
4. Răspundeţi acum la întrebarea următoare:
La ce distanţă de la suprafaţa pămîntului dispare greutatea corpurilor?
Cîteva cuvinte, în plus, despre frecare
Am mai arătat că, atunci cînd vrem să mişcăm din loc un dulap greu, de stejar, pe o duşumea de lemn, trebuie să cheltuim mai bine de 1/3 din energie numai pentru a în-vinge frecarea.
9
Dacă împingem anumite corpuri în direcţie orizontală, cu o mişcare lentă şi uniformă, efortul nostru va fi mai mare decît greutatea lor proprie, tocmai din pricina acestei fre-cări. Şi iată, anume, cu ce procente:
Lemn pe lemn................................ ^%
Metal pe metal ........................#...... , 24%

Metal pe metal uns cu ulei...................... 6%
Metal pe gheaţă.............................. 1,4%
S:
inie pe zăpadă............................. 2%
Roată cu bandaj metalic, pe drum de pămînt......
Roată cu bandaj metalic, pe şosea betonată........ 1 %
Roată cu cauciucuri umflate, pe drum de pămînt..
Roată cu cauciucuri, pe şosea betonată.......... 3o()
Cu ce forţă va trebui să împingă un şofer — rămas în „pana 4 — autoturismul său de 1 000 kg? Maşina sa are roţi cu cauciucuri umflate. Ca să o împingă pe un drum betonat, este nevoie de 3% din greutatea ei proprie, pentru a învinge frecarea. Calculînd 3% la 1 000 kg, găsim 30 kg. Şoferul trebuie să depună deci un efort identic aceluia necesar pentru a ridica vertical o piesă a maşinii, grea de 30 kg.

Ce este mai alunecos: gheaţa sau apa?

Duminică dimineaţa, la patinoar. Sumedenie de micuţi, viitori campioni ai patinajului, forfotesc pe gheaţă. Mîndre, dar îngrijorate, mamele îşi privesc odraslele de la tribună-Vai! A căzut Suzana ! Maică-sa se grăbeşte spre ea, s-o ajute să se ridice. Calcă pe gheaţă, dar, după cîţiva paşi nesiguri, cade şi ea. De ce? Tabela noastră arată că, în cazul mişcării pe gheaţă, frecarea este redusă. De aceea trebuie să depunem eforturi atît de mari ca să ne menţinem echilibrul, cînd mergem pe un drum îngheţat, alunecos. Frecarea este deci necesară pentru mers. Datorită ei putem să umblăm, să stăm sau să lucrăm, fără ca sticla cu cerneală şi cărţile să cadă de pe masă, ori ca masa însăşi să alunece mereu, pînă în colţul odăii! Dacă nu ar exista frecarea — tocul sau cea
10
şea de cafea ne-ar scăpa din mină, ca o cutie de sardele unsuroasă. Deşi frecarea pe gheaţă este redusă, mama Suzanei nu a alunecat pe gheaţă. Dar atunci unde? A existat altceva între talpa şoşonilor şi gheaţă? Sigur că da ! Sub presiunea tălpii, gheaţa s-a topit şi astfel s-a format acolo un strat foarte subţire de apă.
Ori, suprafaţa apei nu prezintă aproape nici un fel de frecare
Iată din ce motiv a alunecat şi a căzut mama Suzanei.
Cînd un obiect alunecă pe gheaţă, totdeauna apa Vai! A căzut Suzana ! este aceea care reduce consi-
derabil frecarea. Corpul nostru nu alunecă într-o baie uscată, dar imediat ce s-a udat, îi simţim alunecuşul!

Este frecarea întotdeauna folositoare?

Ce face un tîmplar cînd vrea să încheie părţile componente ale unei lăzi? Le potriveşte şi le bate în cuie. Dar cuiele nu pătrund uşor prin seînduri, ci, datorită frecării, întîmpină o rezistenţă puternică. Tocmai această frecare va împiedica părţile îmbinate să se mai desprindă una de alta.
De altfel, o bună parte din puterea folosibilă a maşinilor se risipeşte numai pentru învingerea frecării. Iată de ce inginerii şi tehnicienii depun o muncă atît de stăruitoare pentru a dezlega problema reducerii frecării la maşini.
10

5. O întrebare cu tîlc şi despre frecare

Pe o planşetă înclinată alunecă o cutie de chibrituri. Cînd va fi frecarea mai mare: cînd cutia este aşezată pe latura ei mai lată, sau pe cea mai îngustă?

Coaja oului este în adevăr fragilă?

Se spune adesea: „Ai grijă de ea, ca de un ou pictat11,L.
Cu toate acestea, nu e de
i . • . • Capelele oului sînt bine legate de
loc uşor să striveşti un ou, 1 .. . . . „
' * părţile vecine şi dacă forţa care

strîngîndu-1, de exemplu, de acţi'onează asuppa lop nu este des_
cele două capete. Pe cei tul de mare, oul nu se sparge.
mai mulţi îi va surprinde
cît de rezistentă este coaja oului. Dar fizica explică fenomenul. Esenţialul este aci că palma noastră apasă asu-pra părţilor celor mai bombate ale oului. Pentru a-1 sparge, vîrfurile lui trebuie să se turtească, adică particulele lor să se deplaseze spre interior. Această mişcare, de strîngere, întîmpină însă rezistenţa particulelor învecinate vîrfurilor. Capetele oului sînt aşezate între particulele vecine ca nişte pene, şi dacă puterea cu care acţionăm asupra lor nu este destul de mare, ele nu se mişcă din loc, ci apasă doar asupra particulelor învecinate.
Scamatorii cu ouă
După cum se vede, ouăle nu sînt chiar atît de fragile! Aceasta putem s-o dovedim şi printr-o interesantă surpriză. Aşezăm o masă destul de grea jpe patru ouă crude, fără ca ele
1 Zicală frecventă în limba maghiară, (n. t.) >
11
să fie strivite. Bineînţeles, ouăle trebuie aşezate în patru suporţi de ipsos aderent, pentru a sta nemişcate, exact pe vîrf.
Pe ouăle fixate în suporţi de ipsos aderent, putem aşeza chiar o masă. Ele nu se vor sparge. în cerc sînt reprezentate, la o scară mai mare: suportul de ipsos, oul şi piciorul mesei.
Şi o scamatorie nereuşită!
Una dintre lecturile preferate ale copilăriei mele a fost „Jurnalul unui ştrengar". îmi amintesc că pe eroul cărţii l-au dus într-o zi părinţii la circ. între altele, el a văzut acolo şi un prestidigitator, care a spart un coş cu ouă, 1-a acoperit cu pălăria lui şi—hocus, pocus!—a scos apoi de sub pălărie ouăle întregi. „Eroul" nostru a crezut că nu e nimic mai uşor,
11
decît să repete „reprezentaţia" în faţa colegilor săi. El s-a furişat în cămară, a şterpelit ouăle adunate acolo de maică-sa, lc-a spart, a rostit formula magică, dar... a rămas foarte mirat, că ouăle n-au mai vrut să se lipească la loc! Dacă s-ar fi priceput la fizică, ar fi ştiut că, odată sparte, ouăle nu se mai pot face la loc, întregi. Vreţi să ştiţi de ce?
Coaja oului — ca şi orice altă materie — este compusă din particule minuscule — moleculele. Substanţa formează însă un tot compact, deoarece anumite forţe leagă între ele moleculele, cum leagă mortarul cărămizile la zidărie. Aceste forţe îşi manifestă efectul lor de coeziune numai dacă particulele sînt destul de a-propiate între ele, aşa cum sînt legate şi cărămizile învecinate prin straturi relativ subţiri de mortar. Fireşte că „apropierea" între molecule este cu totul altceva decît în cazul cărămizilor. Moleculele care s-au îndepărtat nu mai pot fi strînse la loc, aşa ca înainte. Aşadar, scamatorul care să poată face, prin vrăjitoria sa, ouă întregi din ouă sparte, nu s-a născut încă!
6. V ir juri si arce în arhi- Cine priveşte desenul acesta cu aten-tecturâ ţ*e' va Putea răspunde uşor la între-
barea a şasea.
De ce nu trebuie să ne fie teamă că s-ar putea prăbuşi bolţile clădirilor?
11
Bărci cu pînze, înainte !
I
în descrierile unor călătorii, cu navigatori îndrăzneţi, care au străbătut mări şi oceane pe corăbiile lor cu pînze, citim adesea despre „vînturi favorabile" sau „potrivnice". Vîntul favorabil duce corabia mai iute, iar cel potrivnic abia îngăduie o înaintare înceată. Cînd vîntul nu suflă de loc, corabia nu înaintează. Acest lucru pare firesc: vîntul nu poate duce nava decît în direcţia în care suflă. Şi totuşi, lucrurile nu stau chiar aşa ! Fiindcă şi vîntul lateral poate să ajute la înaintarea corăbiei noastre, dacă te pricepi să-i mînuiesti pînzele.

Ca să înţelegem mai bine, să ne gîndim la următoarele:
O barcă cu vîsle vrea să treacă Dunărea de la un mal la celălalt, între Alsogodor şi Horany. Cîrmaciul îndreaptă barca în direcţie perpendiculară pe cele două maluri, pentru a trece fluviul pe drumul cel mai scurt. Dar barca nu înaintează în această direcţie, deoarece curentul o tîrăşte în josul apei. Ea.este deci supusă acţiunii a două forţe: curentul apei şi vîslitul. Totuşi barca merge într-un al treilea sens, după cum se vede în figură, din cele două forţe rezultînd o a treia. Observatorul de pe mal nu vede decît mişcarea oblică, dar ştie că ea este rezultanta celor două forţe, perpendiculare una pe cealaltă. De altfel, la orice mişcări putem întîlni asemenea forţe, perpendiculare între ele, dar care au ca efect o singură rezultantă.
barca de-a Dunării
12
Dar să ne reîntoarcem la mare şi la vasele cu pînze ce navighează pe ea. Să examinăm, înainte de toate, cum acţio-
a — Aşa se descompune forţa vîntului, în componente paralele şi perpendiculare faţă de corabia cu pînze. b — Aşa se descompune, la rîndul ei, forţa care acţionează asupra pînzei, în alte două forţe: una ce coincide cu linia axei principale a vasului, iar cealaltă perpendiculară pe ea. c — Dacă vîntul suflă din diferite direcţii, vasul înaintează va-
riindu-şi poziţia pînzelor. d — Pilotarea mersului în zig-zag.
3 — Caleidoscop fizic
38
nează vîntul asupra pînzelor. Oricît de curios ne-ar părea, curentul de aer are tendinţa de a le mişca din loc (împingînd o dată cu ele şi vasul) în direcţie perpendiculară, chiar cînd suflă oblic pe suprafaţa pînzelor. Puterea vîntului se poate descompune deci în două forţe: una perpendiculară pe vele şi alta paralelă cu ele.
Avînd în vedere *că forţa paralelă cu planul pînzei alunecă pe lîngă ea, mişcarea nu poate fi provocată decît de forţa cealaltă.
I Ştiind acest lucru, putem înţelege uşor cum înaintează nava cu pînze cînd vîntul suflă dintr-o parte. Dacă vîntul suflă dintr-un unghi obtuz — în direcţia arătată prin seria de săgeţi —faţă de linia axei principale a vasului, pînzelese vor aşeza în aşa fel, încît planul lor să formeze bisectoarea unghiului rezultat între axa principală a vasului şi direcţia vîntului. -
Potrivit celor arătate mai sus, vîntul va acţiona asupra pînzei în unghi drept. Dar şi forţa vîntului se poate descompune în două: una perpendiculară pe vas şi alta îndreptată înainte. Vasul este astfel construit, încît întîmpină la înaintare o rezistenţă mai mare în cazul cînd se mişcă lateral. Efectul forţei care acţionează în direcţie laterală este aproape complet anihilat de rezistenţa apei.
Vasul nostru va aluneca deci înainte, chiar dacă vîntul suflă dintr-o parte. în acest caz, pînzele se aşază oblic faţă de direcţia vîntului şi se schimbă, din cînd în cînd, poziţia lor. Astfel, vasul înaintează în zig-zag spre ţinta lui. în limbajul marinăresc, această manevră se numeşte pilotaj.
Bumerang
După cum ştim, nu toate popoarele au pornit în acelaşi timp pe drumul civilizaţiei. în Australia, de pildă, mai există şi azi popoare care trăiesc în condiţii cu totul primitive
12
şi al căror mod de viaţă seamănă foarte mult cu cel al strămoşilor noştri. Aceste triburi australiene au o armă deosebit de interesantă: bumerangul, pe care băştinaşii îl aruncă,ţi-nîndu-1 de un capăt şi imprimîndu-i o mişcare de rotaţie. Curiozitatea constă în faptul că această armă, dacă nu şi-a atins ţinta, se întoarce, cuminte, şi cade la picioarele stăpî-nului ei.

Oamenii primitivi din Australia aruncă această armă cu atîta îndemînare, încît ea descrie în aer felurite curbe, care de care mai ciudate şi mai complicate, şi după aceea se întoarce de unde a pornit. Lumea a admirat multă vreme mişcările bumerangului, pe care însă nici măcar savanţii nu le puteau explica.
In fine, teoria mişcării bumerangului a fost elaborată, şi astăzi cunoaştem precis cele trei „secrete" ale „zborului" său.
Ele sînt: modul de aruncare, rotirea, lui prin aer şi rezistenţa aerului. Aceste trei efecte se îmbină la fel ca în cazul studiat cîteva pagini în urmă, adică acela al bărcii antrenate de curentul apei, în timp ce pasagerii eivîslesccu putere, să-i schimbe poziţia.
Desigur însă că australienii combină aceşti trei factori in mod instinctiv, şi nu pe baza teoriei ştiinţifice. Ei schimbă cu măiestrie unghiul de înclinaţie al bumerangului, viteza imprimată la aruncare, precum şi direcţia traiectoriei. După un îndelungat exerciţiu, oricine poate căpăta o oarecare experienţă în această „artă". Dacă vrem să facem încercările în cameră, este recomandabil să ne confecţionăm bumerangul din carton şi să nu trecem cu vederea lampa şi geamurile! Bumerangul de carton se poate tăia dintr-o carte poştală, dîndu-i forma din figură.
Braţele sale au o lungime de cîte 5 cm şi o lăţime ceva mai mică delcm. Strîngem bumerangul de carton sub unghia degetului mare de la mîna stîngă şi cu dreapta îi dăm un bo
13
bîrnac la un capăt, în aşa fel încît lovitura să-i dea o direcţie înainte şi puţin în sus. Bumerangul va zbura la o distanţă de circa 5 metri, va face o curbă uşoară, adesea destul de curioasă, şi, dacă nu se loveşte de vre-un obiect, va cădea înapoi, la picioarele noastre.
Strîngem bumerangul de carton sub unghia degetului mare de la mina stingă şi-i dăm un bobîr-nac cu mina dreaptă.
Modelul de carton al bumerangului australienilor, răsucit în formă de elice.
încercarea va reuşi şi mai bine, dacă-i dăm bumerangului dimensiunile şi forma arătată în desen în mărime naturală.
Se recomandă o uşoară răsucire a braţelor sale, în formă de elice, aşa cum ne arată figura respectivă.
Australienii folosesc asemenea, bumeranguri, uşor răsucite, drept armă.
Bumerangul este aşadar o armă care sau îşi atinge ţinta, adică victima ochită, sau se întoarce la picioarele aruncătorului, dacă acesta a greşit lovitura.
în orice caz, bumerangul nu este numai o armă a australienilor, aşa cum se crede în general. El se întrebuinţează în diferite regiuni din India şi — după cum s-a văzut din resturile unor străvechi picturi — era folosit ca armă şi de ostaşii asirieni. Chiar şi în Egiptul antic, sau în Nubia, era cunoscut bumerangul.
13
Cumpănirea barelor
Eram astă-vară la ţară. Pe înserat, fetele mergeau cu găleţile la fîntînă, să aducă apă. Gazda mea avea două fete, care se duceau totdeauna împreună,
luînd cu ele o căldare mai mare decît cele obişnuite, precum şi o prăjină lungă. Eram curios să văd la ce le serveşte prăjina, şi de aceea într-o seară m-am dus şi
eu la fîntînă. Ele şi-au umplut Ecaterina şi Măria aducînd căldarea cu apă, i-au petrecut apă de la fîntînă. prăjina pe sub toartă, au luat-o
pe umeri şi au pornit, una înainte, cealaltă în urmă. Căldarea, însă, după cîte văzui, nu şedea la mijlocul prăjinii. Fetele ştiau, din experienţă, că greutatea mai mare o duce aceea care are căldarea mai aproape de ea, şi, pentru că una era mai tînără şi mai firavă, ele potriveau prăjina sub toarta căldării în aşa fel, încît sora cea mai mare şi mai voinică să ducă greutatea mai mare.

Observăm fenomene asemănătoare, dacă încercăm să a-ezăm în poziţie de echilibru, pe două degete, o bară, sau o
Degetele noastre se întîlnesc, în toate cazurile, sub centrul ţ de greutate al cozii de mătură, echilibrate.
coadă de mătură, de pildă, aşa cum se vede în figură. Apropiind degetele unul de altul, pînă ce se ating, bara nu cade, ci rămîne în echilibru. Putem repeta experienţa de mai multe ori, schimbînd punctele de plecare ale degetelor. Rezultatul va fi totdeauna acelaşi — bara va rămîne în echilibru. Care să fie cauza acestui fenomen surprinzător?
14
Este evident că degetele noastre s-au întîlnit sub centrul de greutate al barei, fiindcă altminteri ea nu s-ar fi putut menţine în echilibru.
Cînd degetele sînt mai departe unul de altul, sarcina cea mai mare apasă asupra degetului care se află mai aproape de
centrul de greutate al barei. El suportă presiunea cea mai puternică tot el opune, aşadar, o rezistenţă mai mare la frecare. Degetul cel mai apropiat de centrul de greutate simte totdeauna o frecare mai mare decît cel mai depărtat. Iată de ce primul nu va aluneca sub bară, pe cînd cel depărtat se va mişca uşor. Cînd degetul înm'şcare ajunge mai aproape de centrul de greutate, rolul lor se inversează. Această schimbare se repetă de mai multe ori, pînă cînd degetele se vor în-tîlni sub ' centrul de greutate al barei. Executînd experienţa, oricine va putea observa mişcarea alternativă a degetelor sale.
La fel de bine putem să dovedim că degetele se întîlnesc sub centrul de greutate al barei dacă tăiem această bară la punctul de întîlnire şi aşezăm cele două bucăţi pe platourile unui cîntar: cînta» rul va rămîne în echilibru.
Să repetăm acum experienţa, dar nu cu o coadă de mătură, cr cu o mătură întreagă. Şi în acest caz, degetele noastre se vor întîlni sub centrul de greutate. Dacă tăiem însă coada măturii în dreptul centrului de greutate şi punem apoi cele două bucăţi pe platourile cîritarului, partea în care se găseşte
Cîntarul arată că cele două părţi ale cozii de mătură —tăiată în dreptul centrului de greutate — au în adevăr aceeaşi greutate.
i
La echilibrarea măturii degetele se întîlnesc totdeauna sub centrul ci de erreutate.
se
mătura va a.tîrna mai greu. Iată cum se [explică acest fapt: mătura nu are aceeaşi formă pe toată lungimea, şi nici nu este confecţionată din acelaşi material. Centrul de greutate al unor asemenea corpuri nu se mai află la mijloc.
Ţinută în echilibru pe degetele noastre, mătura este deci o pîrghie cu braţe inegale, ale căror greutăţi diferite se echilibrează. In schimb, cîntarul obişnuit este un exemplu de pîrghie cu braţe egale, pe ale căror platouri trebuie să punem greutăţi absolut egale, dacă vrem ca ele să-şi menţină echilibrul.
7. 0 întrebare pentru cei ce cunosc cîntarul rapid de piaţă:
De ce putem măsura cu acest cîntar — care nu are decît o singură greutate — mărfuri în cantităţi atît de variate?
„Perpetuum mobile"
Cele două părţi ale măturii, tăiată prin centrul ei de greutate, nu au aceeaşi greutate.
j.
T
Am văzut cu toţii chitare cu braţe inegale, nu-i aşa? La aceste cîntare, o greutate mai mică poate să menţină în echilibru şi chiar să ridice o greutate mult mai mare. Dacă, de pildă, un braţ este lung de 50 cm iar altul de 10 cm, trebuie să agăţăm de braţul scurt o greutate de 1 kg, iar de cel lung, una de numai 200 gr, pentru a realiza echilibrul.
Cîntarul rapid de piaţă, cu greutate alunecătoare.

Iar dacă agăţăm de braţul scurt o greutate doar cu puţin mai mare, de exemplu 210 gr, ea va putea ridica foarte frumos greutatea de 1 kg.
Admirabil, nu?
Aşadar, greutatea îndeplineşte în locul nostru munca de ridicare! Printr-un mecanism ingenios s-ar putea obţine, poate, ca anumite greutăţi, dinainte potrivite, să facă în locul nostru nu numai munca de ridicare, ci şi alte munci. N-ar fi de loc de mirare ca, la început, prima greutate să o ridice pe cealaltă, şi apoi invers, cea de a doua să o ridice pe prima, în acest fel, mecanismul, deocamdată numai imaginar, s-ar mişca necontenit. N-ar trebui să-1 acţionăm nici cu mîna, nici printr-o altă forţă. Greutăţile s-ar ridica reciproc.
Dar... să nu credeţi cumva că sîntem primii care ne gîn-dim la un astfel de mecanism! De-a lungul secolelor, mii şi mii de inventatori s-au străduit să construiască un „perpe-tuum mobile". Zadarnic, însă. In special în Evul Mediu, mulţi s-au frămîntat să rezolve problema „mişcării permanente" !
Inventarea maşinii care să furnizeze o muncă gratuită a fost o ţintă atît de seducătoare, încît s-a pierdut, în speranţa atingerii ei, mai mult timp decît pentru transmutarea aurului. S-au imaginat sute de asemenea dispozitive „permanent mişcătoare", dar niciunul nu a funcţionat. Cu toate acestea, nu e lipsit de interes să vedem cum şi-au închipuit inventatorii mecanismele respective şi care a fost defectul comun al acestor mecanisme.
Un exemplu de „perpetuum mobile" este şi acela format din greutăţi fixate articulat pe o roată, aşa cum ne arată figura. Inventatorul s-a gîndit astfel: o parte din greutăţi — opt la număr — vor învîrti roata, prin apăsarea lor, de la stînga la dreapta, în timp ce alte patru vor apăsa de la dreapta la stînga, acţionînd roata în sens opus. în consecinţă, roata trebuie să pornească. în timpul rotirii, raportul de
15
mai sus se menţine mereu înt] spre dreapta şi spre stînga.
Numai că inventatorul nu a ţinut seamă că forţa de rotire nu depinde numai de mărimea greutăţilor, ci şi de distanţa lor faţă de axul roţii. Rotirea greutăţilor aflate departe de ax este mai puternică. Din desen constatăm că greutăţile din stînga sînt mai aproape de ax decît cele din dreapta, şi de aceea puterea lor de rotire este la fel de mare, deşi sînt mai multe la număr.
Roata nu se învîrteşte deci de la sine, şi chiar dacă inventatorul îi va face vînt, ea se va opri după scurtă vreme.
Deşi fizica a demonstrat în nenumărate rînduri că este imposibil să se creeze mişcarea perpetuă fără intervenţia unei forţe exterioare, se mai găsesc totuşi şi azi oameni care cred în povestea existenţei unui „perpetuum mobile". Mai sînt şi excroci abili care nu cred, dar reuşesc să păcălească pe alţii! în America, de pildă, s-a construit, ca reclamă la o mare cafenea, o roată, care a fost montată ca în figură. Spectatorii, înşelaţi, au crezut e greutăţile oare acţionează
Opt greutăţi vor să mişte roata de la stînga la dreapta, iar alte patru de la dreapta la stînga. Care va fi rezultatul?
Bilele ce se rostogolesc de la centru spre periferia roţii dau acesteia, numai în aparenţă, o mişcare perpetuă.
că bilele care se rostogoleau
15
necontenit de la periferia roţii spre centrul ei sînt acelea care învîrtesc mecanismul. Dar noi ştim bine că lucrul acesta esle absolut imposibil — din aceleaşi motive ca şi la meca-nismul anterior. Desigur, roata s-a mişcat fără încetare, însă nu de la sine, ci cu ajutorul unui mecanism mic, bine camuflat.

Şi mulţi ceasornicari folosesc îndemînarea lor pentru construirea unor „perpetuum mobile" aparente, în asemenea cazuri, este foarte greu să convingem spectatorii creduli că „miraculoasa mişcare permanentă" se datoreşte de fapt unui mic motor electric! Dar nu numai excrocii susţin că pot construi un „Perpetuum mobile'4, ca reclamă „perpetuum mobile". Nu la o cafenea. meroşi oameni de bună
credinţă devin pur şi simplu obsedaţi de această idee eronată. Deosebit de mulţi visători de acest gen au existat în Rusia ţaristă şi cu ei ne întîlnim în numeroase opere literare ale acestei epoci. Scedrin, de exemplu, descrie un mic burghez maniac, căruia îi intrase în cap să construiască un „perpetuum mobile":

Prezentov — asa se chema eroul — era un om uscăţiv şi palid, de vreo 35 de ani, cu ochi mari, visători, cu un păr lung care-i cădea pe umeri. Jumătate din căsuţa lui era ocupată de o roată imensă, aşa că de-abia mai aveam loc şi cu. între spiţele roţii erau fixate lăzi, în care atîrnau



saci plini cu nisip. Un băţ înfipt între două spiţe avea, evident, menirea de a împiedica pornirea neaşteptată a mecanismului!

— Am auzit că Dvs. aveţi un „perpetuum mobile", — începură vizitatorii.

— Nici nu ştiu ce să vă răspund, — zise el sfios. S-ar părea că, în adevăr...

— Putem sâ-l vedem?

— Cum să nu! Chiar vă rog! Mă faceţi atît de fericit! Prezentov scoase băţul dintre spiţe.

j — Se învîrteşte? întrebarăm noi.

— Trebuie să se învîrtească, dar se pare că mai face mofturi! Trebuie să-i facem puţin vîntl Prezentov apucă roata cu ambele mîini, o trase de cîteva ori în sus şi în jos, îi făcu un vînt puternic şi îi dete drumul. Roata se învîrti mai întîi repede, apoi lin.

Auzeam bine cum împingeau, dinăuntru, sacii plini cu nisip, care se depărtau apoi de ea. în fine, roata se învîrti tot mai încet, scîrţîi prelung şi se opri.

— S-a înţepeniţi ne explică el, ruşinat, şi porni roata din nou, dîndu-i un vînt şi mai puternic.

Dar rezultatul fu acelaşi!

— Poate nu aţi ţinut seamă de frecare?

— Am calculat eu şi frecareal Cîteodatâ merge de ţi-e mai mare dragul, alteori însă face mofturi, se încâpăţînează şi pacel Dacă roata ar fi dintr-un material mai nobil, nu s-ar mai împiedica aşa".

Bineînţeles că înţepenirea nu venea din cauza materialului. Ideea de bază era greşită. Roata s-a învîrtit cîtva timp, pentru că i se făcuse vînt, dar a trebuit să se oprească în momentul cînd energia din exterior a fost absorbită de frecare.

Un alt scriitor ne vorbeşte despre „perpetuum-ul mobile" al unui ţăran autodidact, Goldirev.



Inventatorul a trăit şi a murit spre sfîrşitul secolului al XVIII-lea, fiind contemporan cu scriitorul. Astfel, acesta a văzut cu ochii lui „perpetuum-ul mobile" al lui Goldirev, pus în mişcare prin bile de fier.

„Inventatorul arunca a-ceste bile în linguri fixate pe o roată, de aci bilele erau aruncate în alte linguri, şi astfel maşina continua să se mişte mereu" — după cum ne relatează scrii-torul.

Afirmaţia sa, că maşina s-ar fi mişcat mereu, este evident o eroare. Mişcarea nu era posibilă decît atîta timp cît bilele aruncate în sus coborau. La început, bi-Desen contemporan al planului în- lele învîrteau roata prin clinat al lui Stevin. apăsarea lor, dar apoi, cînd
ajungeau în poziţia de jos, maşina se oprea. Inventatorul a fost şi el decepţionat pînă în cele din urmă, cînd a cunoscut cuceririle tehnicii din epoca sa.

Astfel, dacă îl mai întreba cineva despre maşină, el răspundea: „S-o ia dracu, mai bine tăiaţi-o şi băgaţi-o în foc!"
Mulţi oameni s-au nenorocit căzînd în mizerie din cauza ideii fixe că vor descoperi adevăratul „perpetuum mobile"! Dar — trebuie s-o recunoaştem — cercetările în această direcţie au adus şi rezultate deosebit de valoroase. Astfel, fizicianul olandez Stevin a reuşit să descopere legile planului înclinat,
17
El voia să realizeze un „perpetuum mobile" în felul următor: în jurul unei piese în formă de pană, cu trei laturi, a înfăşurat un lanţ circular compus din 14 bile legate între ele, aşa cum arată desenul alăturat. Pe planul înclinat din stînga se aflâ 4 bile, iar pe cel din dreapta, numai 2.
Am putea crede că cele patru bile din stînga vor trage bilele din dreapta, raportul dintre ele rămînînd constant şi făcînd ca lanţul să se mişte astfel încontinuu.
S-a dovedit însă că nu este aşa: oricît de ciudat s-ar părea la prima vedere, cele patru bile din stînga trag lanţul cu aceeaşi forţă, ca şi cele două din dreapta. De aici Stevin a tras concluzia că forţa cu care un corp se rostogoleşte pe o pantă nu este identică cu greutatea lui, ci este cu atît mai redusă, cu cît panta este mai lină, adică mai lungă şi mai puţin înaltă.
Cu timpul, fiecare inventator de „perpetuum mobile" se discreditează. Unul dintre ei demonstra, în jurul anului 1860, la o expoziţie de la Paris, că nimeni nu poate opri „perpetuum-ul mobile" inventat de el. Dar, încercînd să oprească maşina, vizitatorii nu observau că strîng tocmai de resortul care o acţiona.
Au fost epoci în care preocuparea oamenilor faţă de această problemă lua aspectul unei adevărate epidemii. De aceea, Academia de Ştiinţe din Paris, pentru a combate acest curent, a fost nevoită să declare că nu se mai ocupă de aşa ceva!
înainte de a încheia expunerile noastre asupra „perpe-tuumului mobile", trebuie să spunem cîteva cuvinte şi despre unul din cei mai interesanţi inventatori şi constructori din Evul Mediu, anume Orfireu, care s-a bucurat pe vremea aceea de o faimă mondială. El îşi prezenta invenţia pe la iarmaroace, mulţimea îl admira şi astfel faima i s-a răspîndit pe tot globul. însuşi ţarul Petru I al ruşilor a trimis la el un împuternicit, să-i
17
lui
cumpere mecanismul miraculos. Dar inventatorului i se urcase gloria la cap şi pretindea o avere fabuloasă pentru maşina sa! Un arhiduce german, curios să cunoască „secretul" mecanismului, aduse la castel pe inventator ^împreună cu maşina sa, sigila camera în care mai întîi montase maşina, con-trolînd apoi, periodic, dacă aceasta mai merge sau nu. Maşina se mişcă mai departe săptămîni de-a rîn-dul — în aparenţă cu de la ea putere! Convins de a-ceasta, arhiducele dădu lui Orfireu un certificat despre cele constatate. Iar Orfireu ajunse la apogeul carierei sale! Poeţii îi cîntau ode, regii se interesau de opera sa. 0 întîmplare nefericită 1-a demascat însă pe „savant": s-a certat cu soţia şi cu ucenicul, care îi cunoşteau secretul invenţiei. Din răzbunare, ei au arătat publicului că acest „perpetuum mobile" era pus în mişcare cu ajutorul unei frînghii, de care trăgeau, nevăzuţi de nimeni, oameni ascunşi cu iscusinţă în camera învecinată.
Adevărul ştiinţific complet asupra „perpetuumului mobile" a fost descoperit însă de-abia în secolul al XIX-lea, de către medicul german Robert Meyer.
Călătorind mult, ca medic de vapor, în regiunile tropicale, el a observat că corpul indigenilor care trăiau acolo dezvoltă mai puţină căldură decît al celor care trăiau în zonele mai reci. Această constatare 1-a dus la concluzia că şi căldura este o energie, care nu se pierde şi nu se naşte, la fel ca oricare altă energie. Energia termică, ca şi celelalte
„Perpetuum-ul mobile" al Orfireu
17
forme de energie, se poate transforma, dar nu se poate naşte decît tot dintr-o energie.

Iată de ce mişcarea permanentă nu există şi nici nu poate fi inventată. Descoperirea epocală a lui Robert Mcyer nu a fost acceptată de savanţii epocii sale. Dezamăgit, desperat chiar, el a încercat să se sinucidă. In urmă, spre sfîrşitul, vieţii, Meyer dobîndi pe de-a-ntregul recunoaşterea meritelor sale. Munca sa a fost apreciată la justa ei valoare de Frie-derich Engels, unul dintre întemeietorii socialismului ştiinţific.

## Capitolul III

## DE JUR ÎMPREJUR

### Găleata care nu se varsă!

La ora de fizică, profesorul pune clasei o întrebare, în aparenţă foarte uşoară:

— Ce se întîmplă dacă întoarcem cu gura în jos o găleată plină cu apă?

Clasa strigă rîzînd:

— Se varsă!

Profesorul clipi, şiret, din ochi:

— Se poatel Dar nu întotdeaunal

Copiii ascultă curioşi şi miraţi. Profesorul apucă o găleată mititică, o umple cu apă, leagă de mînerul ei o sfoară groasă, cam de 1 metru lungime, apucă de capătul celălalt al sforii şi începe să învîrtească „jucăria" cu viteză mare. Nici un strop de apă nu se varsă pe jos. Cum se poate una ca asta? A dispărut oare greutatea apei? E imposibil! Pentru ca apa, sau orice alt corp, să se mişte pe o traiectorie circulară, trebuie să acţioneze neapărat asupră-i o altă forţă, căci altfel s-ar mişca numai în direcţie dreaptă. In adevăr, dacă facem o gaură în peretele



găleţii, şuviţa de apă care ar ţîşni în timpul rotirii ar avea direcţia tangentei faţă de traiectoria circulară. Dacă apa

Oricît de curios s-ar părea, dacă răsturnăm găleata cu fundul în sus, apa din ea nu se varsă.

Dacă am face o gaură în peretele lateral al găleţii, apa care ar ţîşni din ea în timpul rotirii, ar avea direcţia tangenţială faţă de traseul circular.

nu ţîşneşte în direcţie dreaptă, ci de-a lungul unei anumite curbe determinate — parabola — aceasta se datoreşte

4



puterii de atracţie a pămîntului, care acţionează asupra stropilor de apă.

Dar peretele găleţii noastre nu are nici o gaură: singura cale posibilă de ieşire a apei este închisă. Totuşi, văr-

Traseul cjrcokr

Dacă viteza de rotire In cazul rotirii lente, apa se varsă,

este destul de mare, deoarece parabola este foarte abruptă,

peretele lateral al găleţii închide singura cale posibilă de ieşire a apei.

sarea apei este împiedicată numai atîta timp cît viteza de rotire a găleţii este destul de mare, căci de aceasta depinde curbura parabolei. Cînd viteza de rotire este redusă, obţinem o parabolă abruptă, aproape verticală, şi în acest caz peretele găleţii nu mai închide calea apei, nu mai este un obstacol pentru ea. Atunci, apa se va vărsa!

Să calculăm, aşadar, viteza minimă, cu care putem în-vîrti liniştiţi deasupra capului găleata cu apă, fără să facem un duş. în cazul sforii de 1 metru lungime, menţionată



mai sus, trebuie să atingem o viteză de 3,2 metri pe secundă. Asta înseamnă că mîna noastră trebuie să facă o jumătate de rotaţie pe secundă, lucru care nu este prea greu.

### Bucla diavolului

Pe fenomenul descris mai sus se bazează numărul de atracţie al unor spectacole de circ, aşa-numita „bucla dia-

Bucla diavolului.

voiului". Putem vedea în figură pista pe care se avîntă acrobatul curajos pe bicicleta sa. El se urcă cu bicicleta în interiorul buclei şi descrie, în mare viteză, un cerc complet. Există un moment cînd acrobatul stă cu capul în jos, ca şi cum i-ar fi dispărut greutatea, ca şi cum ar pluti în aer!

Acest „număr de atracţie" este unul din cele mai grele. Publicul urmăreşte uimit biciclistul neînfricat, ba unii cred chiar că la mijloc ar fi o înşelătorie. Cei superstiţioşi vorbesc însă de acţiunea „miraculoasă" a unor puteri supranaturale !

In realitate, nu s-a făcut nici o înşelătorie, şi nici minuni nu s-au petrecut. S-a manifestat numai o cunoscută lege fizică.

4*

51

Ca şi în cazul găleţii — descris mai sus — biciclistul care se urcă în viteză pînă în punctul cel mai de sus al pistei ar urma să cadă înapoi, de acolo, sub influenţa greutăţii sale, dar el merge mai departe pe drumul bine determinat, al curbei de care am vorbit. Viteza lui mare şi construcţia de scînduri a pistei pe care se desfăşoară demonstraţia îl împiedică să cadă. Este limpede, însă, că dacă viteza e prea mică, atunci reprezentaţia se va termina cu un accident. Pentru a împiedica acest lucru, trebuie să se calculeze exact viteza, înălţimea de la care trebuie să pornească acrobatul, precum şi greutatea bicicletei şi a biciclistului. Aceste din urmă date sînt necesare pentru a se putea asigura, pe bază de calcule, rezistenţa necesară construcţiei.

Nu ne putem încrede totdeauna în simţurile noastre!

Putem simţi şi pe propriul nostru corp efectele ce se manifestă în urma inerţiei, în cazul mişcărilor circulare.

In parcurile de distracţie ale marilor oraşe întîlnim deseori plăci turnante, pardosite cu parchete. Persoanele care se aşază pe placa turnantă sînt atrase spre marginea plăcii. Cei ce sînt mai apropiaţi de mijlocul plăcii se pomenesc, în curînd, aruncaţi la margine. Unii ţipă,alţii rîd.

Asupra celui aflat la marginea plăcii acţionează, însă, două forţe: greutatea corpului său şi forţa centrifugă rezultată din inerţie.Efectul comun al acestor două forţe se poate înlocui prin forţa oblică, reprezentată în figură. Atîta timp cît rotaţia nu este prea rapidă, omul care stă la marginea plăcii turnante are impresia că nu stă pe o podea orizontală, ci pe un plan înclinat, pe care îşi menţine cu greu echilibrul. Cu cît placa se învîrteşte mai repede, cu atît rnai abruptă i se pare şi lui panta imaginară şi cu atît mai nesigură îi este poziţia.



Să ne închipuim acum că marginea plăcii turnante a fost îndoită în sus, cu un unghi oarecare, şi noi ar trebui să stăm pe această porţiune înclinată spre centru. Dacă placa stă nemişcată, va fi greu să ne menţinem pe ea.

for fa centri fapâ

Cel care stă la marginea plăcii turnante, are impresia că trebuie să-şi menţină echilibrul pe un plan înclinat, deşi...

Dar cînd placa începe să se învîrtească, la o anumită viteză, sentimentul neplăcut de nesiguranţă dispare.

Avem atunci impresia că ne aflăm pe un plan orizontal. Acest fenomen are loc în momentul cînd partea înclinată este

Forţa centri fuqâ

£S S —

greutatea/ \rezuHaniâ/ ^

. . . omul care stă pe placa turnantă cu margini îndoite în sus este sigur pe picioarele lui numai dacă placa se învîrteşte destul de repede.

exact perpendiculară pe forţa de direcţie oblică, echivalentă celor două forţe care acţionează asupra corpului nostru.

Dacă dăm plăcii turnante o astfel de formă, încît suprafaţa ei să fie totdeauna perpendiculară pe forţa rezultantă
20
omul aflat pe placă va avea mereu impresia că se află pe un plan orizontal. Această suprafaţă curbă poartă numele de paraboloid.
Asemenea suprafeţe paraboloide putem să obţinem ori-cînd. Lichidele, de pildă, se aşază întotdeauna   perpendi-
Placă turnantă, de formă paraboloidală.
cular pe forţele care acţionează asupra lor. Astfel, suprafaţa apei liniştite, asupra căreia acţionează numai forţa gravitaţiei, este orizontală. Dacă învîrtim însă un pahar pe jumă-tate umplut cu apă în jurul unui ax vertical, masa apei şe urcă de-a lungul pereţilor şi coboară spre mijloc: suprafaţa ei ia formă paraboloidă.
Un instrument indispensabil pentru astronomie este telescopul. Ei bine, s-a stabilit că forma cea mai potrivită pentru oglinda telescopului este tocmai paraboloidul, pe care l-am cunoscut mai sus.
Numai că şlefuirea oglinzilor la forma paraboloidă exactă se face foarte greu.
De aceea s-a emis părerea că în locul oglinzii de sticlă şlefuită s-ar putea utiliza o oglindă lichidă.
Ştiind că mercurul este lichidul care reflectă cel mai bine lumina,vom putea obţine o oglindă parabolică perfectă, dacă învîrtim mercurul într-un vas plat. Dezavantajul in-genioasei idei este însă că cea mai mică trepidaţie provoacă nenumărate ondulaţii pe suprafaţa oglinzii parabolice, făcînd-o astfel inutilizabilă.
20
„Lipsă" la cîntar
Cineva a întrebat odată, în glumă, cum s-ar putea vinde o marfă mai uşoară cantitativ, drept una mai grea, fără să dăm totuşi lipsă la cîntar? Oricît de imposibil s-ar părea, o soluţie tot există, şi anume: va trebui să cumpărăm numai la Ecuator, şi să vindem marfa în regiunea polară!
De ce? 1 kg de aur nu are tot 1 kg, atît la Ecuator, cît şi la poli?
Cine vrea să găsească răspunsul exact, va trebui să ia sub braţ un cîntar cu resort, să plece cu el la Ecuator şi să cîntărească acolo 1 kg de aur. După aceea, să plece cu aurul şi cu cîntarul la Polul Nord. Bineînţeles, nu trebuie să-şi uite paltonul! Altfel, s-ar putea întîmpla să capete un guturai   straşnic!
Iată, persoana noastră a şi sosit! Ea despachetează cu atenţie cîntarul şi blocul de aur, cîntăreşte cu atenţie şi constată că biocul de aur, care avea la Ecuator 1 kg, la Polul Nord cîntăreşte cu circa 3 grame mai mult.
Dar dacă cîntarul a înşelat?
Persoana respectivă se hotărăşte să verifice măsurarea pe un cîntar analitic de farmacie. Controlul dă un rezultat surprinzător: blocul de aur care cîntărea la Ecuator 1 kg, are exact aceeaşi greutate şi la Polul Nord!
De unde provine diferenţa?
Pămîntul atrage corpurile spre centrul lui. Din cauza rotaţiei, toate corpurile ce se învîrtesc împreună cu el sînt supuse, datorită inerţiei, forţei centrifuge. După cum ştim, forţa centrifugă reduce greutatea. Dar, nu în egală măsură pe tot pămîntul. Reducerea cea mai mare se face la Ecuator, iar cea mai mică, la poli. Mărimea forţei centrifuge scade deci de la Ecuator înspre poli. Acest fenomen provoacă scăderea greutăţii şi în diferite alte puncte ale globului. Fireşte, „lipsa" la cîntar nu se poate observa nici măcar cu
20
balanţa farmaceutică, deoarece greutatea unităţilor de măsură scade şi ea în aceeaşi măsură, ca şi greutatea materialului pe care-1 cîntărim — aurul în cazul nostru — şi pe care-1 ducem de la Ecuator spre pol.

Cît despre cîntarul cu arc, el nu cîntăreşte cu ajutorul greutăţilor, ci prin alungirea resortului, care variază şi ea odată cu greutatea materialului ce se cîntăreşte.
Desigur, nu trebuie să credem că variaţia greutăţii are vreo importanţă în viaţa de toate zilele, de pildă în comerţ. De altfel, greutatea scade, dacă ne deplasăm de la Polul Nord spre Ecuator, cu numai a 290-a parte, iar la micile deplasări ale vieţii obişnuite, „lipsa" devine imperceptibilă. Numai în cazul unor cantităţi însemnate de mărfuri, ea poate deveni importantă.
Nu mulţi ştiu că din Spitzbergen se livrează anual porturilor meridionale circa 300 000 tone de cărbuni. Dacă am livra această cantitate unui port din regiunea ecuatorială, am constata la descărcare o lipsă de 1 200 tone, presupu-nînd că la încărcare măsurarea s-a făcut^cu cîntare cu resort. Această cantitate de cărbune ar ajunge pentru încălzirea, în timpul iernii, a zece blocuri mari de locuinţe! „Lipsa" la cîntar, după cum se vede, este aci destul de serioasă!
Dar scăderea de greutate ar fi mult mai mare, dacă pămîntul s-ar roti mai repede în jurul axei sale. Dacă ziua ar avea, de pildă, numai 4 ore în loc de 24, greutatea care ar cîntări la poli 1 kg, ar avea la Ecuator numai 875 de grame. Astfel, ar fi rentabil să cumpărăm aur la Ecuator şi să-1 vindem în regiunile polare!
8. Cine aruncă mai departe?
Doi băieţi se iau la întrecere: care poate arunca mai departe aceeaşi piatră? Linul o azvîrle cu putere, celălalt însă o leagă cu o bucată de sfoară, o învîrteşte de cîteva ori şi apoi îi dă drumul. Care din ei va învinge, şi de ce?
21
Jocul cu sfîrleaza
Poate că orice tînăr de la ţ va aduce aminte cu plăcere că şi el s-a jucat în copilărie cu sfîrleaza de lemn. Avea impresia că mînă un căluţ minuscul: sfîrleaza stătea dreaptă şi sărea atît de mîndră sub loviturile de bici, de parcă era vie. Deşi se învîrtea numai pe ţinta din vîrf, ea îşi păstra un echilibru perfect. Cînd însă micul ei stăpîn oBosea şi nu mai lovea cu biciul, sfîrleaza îşi încetinea viteza, îşi pierdea echilibrul, se răsturna şi rămînea fără viaţă.
Şi copiii de la oraş cunosc sfîrleaza, dar jucăria lor este fabricată din tablă şi nu se mai pune în mişcare cu biciul, ci se apucă de un mîner vertical şi se învîrteşte printre degete. Deşi diferă ca aspect, te poţi juca la fel de bine cu amîndouă.
Nu toţi copiii ştiu, însă, de la început, să se joace cu sfîrleaza. Dacă o aşază pur şi simplu pe pămînt, sfîrleaza se răstoarnă. Şi la fel se răstoarnă cînd nu este învîrtită destul d de ce sfîrleaza care se roteşte
ră, citind această carte, îşi
Sfîrleaza este o jucărie interesantă !
j
Fiecare punct al sfîrlezei în rotaţie are o viteză tangenţială.
! repede. Să vedem, aşadar, repede îşi menţine poziţia
21
verticală, ba uneori poate să stea chiar aplecată? Cum poate ea să rămînă în echilibru, stînd pe vîrf?
Am mai vorbit despre modul interesant în care se manifestă inerţia corpurilor în rotaţie. Este la fel ca şi cum ar acţiona acolo o forţă oarecare. Aceasta este forţa centrifugă.
Fiecare punct în parte, al sfîrlezei în rotaţie, descrie un cerc. La sfîrleaza de tablă putem vedea chiar axul în jurul căruia se învîrtesc punctele sfîrlezei.
La sfîrleaza de lemn axul nu se vede, deşi el există. Fiecare punct al ei se învîrteşte într-un plan perpendicular pe acest ax.
Punctele sfîrlezei, la fel ca şi picăturile de apă din găleata ce se învîrtea, au o viteză de direcţie tangenţială.

Toate aceste tangente se situează într-un plan perpendicular faţă de ax. In consecinţă, fiecare punct caută să se mişte în aşa fel, încît să rămînă în permanenţă pe un plan perpendicular faţă de axul de rotaţie. Iar planurile perpendiculare pe axul de rotaţie caută să-şi menţină locul lor în spaţiu, adică tocmai acea poziţie perpendiculară pe care o au faţă de ax. In ansamblu, mişcarea dă impresia că planurile ar fi fixate pe un ax foarte solid, care nu se poate mişca din poziţia lui decît numai printr-un efort considerabil. Cu cît viteza acelor particule ale sfîrlezii este mai mare, cu atît mai inert este axul. Fireşte, o forţă exterioară destul de mare ar putea învinge această inerţie, dar greutatea proprie a sfîrlezii nu este suficientă, şi de aceea ea îşi menţine echilibrul în timpul rotirii.

Cum lucrează jonglerii

La circ vedem adesea numere de atracţie care necesită multă îndemînare, căpătată printr-o practică îndelungată. Jonglerul ţine în echilibru. în vîrful unui băţ, o farfurie,



o pălărie sau alt obiect rotund, pe care îl învîrteşte cu viteză mare, sau îl aruncă în aşa fel, încît să cadă drept în vîrful unui baston.

In special jonglerii chinezi au dezvoltat foarte mult această artă şi publicul nostru i-a putut admira mereu de

Numai cu obiecte ce se învîrtesc se pot face astfel de jonglerii.

cîţiva ani încoace. Unul dintre cele mai atractive numere ale lor era acela cu farfuriile. Cei doi artişti îşi aruncau, unul altuia, farfuriile, care se învîrteau prin aer, erau prinse din zbor în vîrful betelor pe care le ţineau în mînă,apoi erau iar aruncate şi prinse în vîrful băţului.

Ei executau toate aceste jonglerii cu o siguranţă uimitoare şi farfuriile fragile nu se aflau cîtuşi de puţin în pericol.

Dar să încerce cineva aceste jonglerii, fără învîrtire! Farfuriile s-ar face ţăndări!

Jongleriile cer multe exerciţii stăruitoare şi o îndemînare extraordinară, dar la baza lor stă aceeaşi lege fizică, despre care am mai vorbit în legătură cu sfîrleaza.

Farfuria, pălăria sau inelul în rotaţie reprezintă fiecare cîte o sfîrleaza, a cărei axă de rotaţie îşi menţine direcţia dată de artist. în stare de repaus, asemenea obiecte se răs-toarnă uşor.



9. Oul lui Columb

O poveste despre descoperitorul Americii ne spune câ, într-o discuţie, Columb ar fi afirmat că poate să aşeze pe masă un ou, drept pe vîrf. Pentru a-şi dovedi afirmaţia, el a ciocnit oul, turtindu-i vîrful de masă, şi astfel, desigur că oul a stat.

Nu ştim exact cum a fost, dar soluţia este greşită, fiindcă el nu a mai pus pe masă oul întreg, ci un ou cu forma schimbată.

Noi însă putem face oul să stea pe vîrf, fără să-1 ciocnim! în baza legii de fizică descrisă mai sus, problema e ca şi rezolvată!

Cine ne spune cum?

## Capitolul IV

## ATRACŢIA MASELOR

Cît de mare este forţa de atracţie a maselor?

Ne-am obişnuit să considerăm atracţia drept un lucru firesc, şi de aceea aproape nimeni nu se mai întreabă: de ce cad la pămînt obiectele care nu sînt susţinute? Este îndeobşte cunoscut că motivul acestui fenomen e forţa de atracţie a pămîntului, adică faptul că pămîntul, a cărui masă este imensă în comparaţie cu toate obiectele de pe el, atrage corpurile.

Mai puţin cunoscut este faptul că şi obiectele se atrag între ele, dar despre aceasta nu prea vorbim, întrucît nu percepem asemenea fenomene în viaţa de toate zilele.

Şi totuşi, atracţia reciprocă a corpurilor este tot atît de reală ca şi atracţia pămîntului. Forţa de atracţie a obiectelor mici este însă infimă şi de aceea nu poate fi observată. De

exemplu, doi oameni de greutate medie, care stau la o distanţă de 2 metri, se atrag reciproc cu o forţă mai mică dfe o sutime de miligram!
Ori, o forţă de asemenea mărime nu se poate măsura decît cu instrumente de laborator extrem de sensibile. Şi, în orice caz, ea nu ar putea să ne urnească din loc, deoarece
61 după cum am văzut — datorită frecării tălpilor noastre de sol — numai o forţă de circa 30% din greutatea corpului, adică în medie de vreo 20 kg, ne-ar putea mişca.
Dacă nu ar exista frecarea, fireşte că şi o forţă redusă ar fi în stare să provoace o mişcare accelerată, iar corpurile s-ar apropia în permanenţă unul faţă de celălalt.
Fizicienii au găsit modalitatea de a face ca această forţă imperceptibilă să poată fi totuşi observată.
Cine nu cunoaşte firul cu plumb ! Firul de care este agăţată o bucată de plumb, se îndreaptă spre centrul globului pămîntesc. Dacă aşezăm în apropierea bucăţii de plumb un corp de o greutate mai mare în comparaţie cu plumbul, firul deviază puţin din poziţia sa verticală şi se deplasează în direcţia acestui corp. Această mişcare e o consecinţă a forţei exercitate de corpul mai greu, forţă care acţionează asupra corpului mai uşor.
Fenomenul poate fi pus în evidenţă şi mai bine, dacă verificăm poziţia verticală a firului cu plumb în apropierea unui munte mare. De altfel, asemenea observaţii s-au făcut în repetate rînduri, în decursul timpurilor.
Astfel, marele fizician maghiar Eotv6s Lorând (1848— 1919) s-a ocupat timp de trei decenii cu cercetarea atracţiei maselor. Mult înaintea lui se stabilise că stratificarea suprafeţei şi a scoarţei pămîntului este în strînsă legătură cu puterea de atracţie a pămîntului.
Pe această bază a început Eâtvos explorarea materiilor prime ascunse în interiorul pămîntului. Cu un înflăcărat patriotism, el ne spune:
„Aici, la picioarele noastre, se întinde marele şes al Ungariei, înconjurat de brîul munţilor. Forţa gravitaţiei i-a netezit suprafaţa, după bunul ei plac. Care să fi fost forma luţ dinainte? Ce munţi au fost îngropaţi, şi ce prăpăstii au fost umplute cu materiale mai afînate, pînă ce s-a format şesul pe care cresc acum spicele de aur, hrana de toate zilele a poporu-
23
[ui maghiar? Atîta vreme cît mai păşesc pe acest pâmîntşi mai mănînc pîine, mă voi strădui să răspund întrebărilor care mă frămîntă. Iată de ce vă cer să mă sprijiniţi!;t
Eotvos Lorând şi-a construit singur instrumentul, extrem de precis, de care avea nevoie pentru cercetările sale — pendulul EStvos — şi care i-a asigurat apoi un răsunător succes.
Dd ce depinde forţa de atracţie a maselor?
Din exemplele precedente rezultă clar că forţa de atracţie a maselor este cu atît mai mare, cu cît corpurile asupra cărora acţionează ea sînt mai grele. E uşor de înţeles însă că nici distanţa dintre ele nu este lipsită de importanţă. Cu cît ea este mai mică, cu atît mai mare va fi forţa de atracţie. Dacă distanţa scade la jumătate, forţa de atracţie creşte de patru ori, iar dacă scade la o treime, atracţia devine de nouă ori mai mare.
10. O altă întrebare cu tîlc
De ce dacă turnăm pe masă o picătură mai mare de mercur, ea nu are forma unei sfere regulate?
Ce leagă pămîntul de soare?
Forţa de atracţie, neînsemnată la masele mici, ia proporţii uriaşe între corpurile cereşti, din pricina imensităţii acestora.
Căci şi corpurile cereşti, aflate la distanţe uluitoare de noi, dau semne de viaţă, atrăgînd pămîntul cu o forţă de multe milioane de tone.
Soarele are o influenţă hotărîtoare asupra vieţii globului nostru. Fiind centrul sistemului solar, el obligă pămîntul să descrie prin spaţiu un drum circular.

Cunoscînd masa soarelui şi a pămîntului, precum şi distanţa dintre ele, putem calcula uşor cu ce forţă sîntem atraşi de soare. Cu o forţă de 3,5 cuadrilioane de tone.
In acest caz se pune întrebarea: de ce nu se prăbuşeşte pămîntul peste soare, cum cade un măr pe pămînt? Aţi
Atracţia solară abate pămîntul din drumul său cu numai 3 mm
ghicit! Tot din acelaşi motiv pentru care nu se vărsa apa din găleţica ce se învîrtea. Pămîntul are o viteză uriaşă, care împreună cu forţa de atracţie a soarelui face ca el să-şimen" ţină traiectoria. Dacă forţa de atracţie a soarelui ar dispare, dintr-un motiv oarecare, pămîntul ar părăsi imediat traiectoria sa circulară şi ar zbura în adîncurile infinite ale Universului.
E greu să ne închipuim o forţă atît de mare ca aceea care atrage pămîntul spre soare! Dacă am vrea să înlocuim această forţă printr-un cablu — aşa cum acţiona sfoara de care era legată găleţica cu apă, în rotirea ei — ar trebui să luăm neapărat un cablu de oţel, care rezistă cel mai bine. Oţelul suportă sarcini de peste 100 kg pe milimetru pătrat, fără să se rupă. Să vedem, însă, cît de gros ar trebui să fie cablul de oţel, pentru a putea rezista forţei de atracţie a soarelui.
Pentru aceasta, să ne închipuim că avem un cablu cu diametrul de 5 km. Bineînţeles că acest cablu ar trebui să ajungă de la pămînt pînă la soare! Dar, ce ne facem, că el n-ar fi suficient decît pentru o „mică" forţă de 2 bilioane tone! Pentru întreaga forţă de atracţie a soarelui am



avea nevoie de foarte multe cabluri similare ! Atît de multe, că dacă le-am repartiza în mod uniform pe suprafaţa pămîntului îndreptată spre soare, distanţa între două cabluri n-ar fi cu mult mai mare decît grosimea lor!
Imaginaţi-vă forţa necesară pentru a rupe această pădure de cabluri formidabile, şi veţi avea idee ce imensă este forţa invizibilă care acţionează reciproc între pămînt şi soare.
Această forţă uriaşă se manifestă prin faptul că sileşte
pămîntul să urmeze o traiectorie circulară. Dar, oricît de
necrezut ar fi, ea nu reuşeşte să-1 abată din drum decît cu
3 mm. Iată încă o dovadă de imensitatea globului nostru. t

## O călătorie în microplaneta Hermes

Sînt unele corpuri cereşti pe care — din cauza masei lor reduse — „greutatea" corpurilor este extrem de mică, aproape inexistentă! Un astfel de corp ceresc este microplaneta Hermes, care ajunge periodic pe orbita sa tot atît de aproape de pămînt, ca şi luna.
Să ne închipuim că sîntem într-o epocă — pînă la care, poate, nu mai e mult — cînd comunicaţiile interplanetare au devenit o realitate! Să încălecăm, deci, pe un avion-rachetă şi să facem un „salt" pînă la Hermes.
Diametrul acestei microplanete este numai delkm, aşa încît greutatea corpurilor va fi aici de 10 000 de ori mai mică decît pe pămînt, adică practic: inexistentă! Ce se va întîmpla cu noi, cînd vom descinde din avionul-rachetă?
Renumitul astronom sovietic Voronţov-Veliaminov descrie astfel peripeţiile pe care le-am avea pe Hermes:
„O mişcare neatentă a piciorului şi vom sări la o mare înălţime, de unde vom reveni foarte încet. Pe mica planetă ne-ar trebui 42 de secunde ca să „cădem" de la o înălţime de 1 metru! în timpul căderii de la această „înălţime", am putea bea o sticlă de lapte, deşi este foarte problematic dacă am putea măcar asta



să facem! Căci, forţa de atracţie fiind atît de redusă, lichidul care se scurge din sticlă — şi ale cărui particule se atrag reciproc — ar avea tendinţa să ia o formă sferică, şi astfel „băutul" ar deveni o operaţie destul de complicată! Numai prin lovituri s-ar desprinde din această sferă de lichid cîţiva stropi, care s-ar împrăştia însă la fel ca mercurul!

Poate că am reuşi să bem pînă la urmă, dar numai sugînd lichidul printr-un tub de cauciuc, pe care l-am ţine în gură...

Dar pe Hermes nu atîta „problema alimentării" ne-ar face griji, ci mai degrabă atitudinea noastră prea „vioaie"! Nu carecumva să sărim în sus de bucurie! Ne-ar costa scump. Nici n-ar trebui să facem un salt atît de mare, că ne-am şi îndepărta, pentru totdeauna, de planetă, şi am pluti în spaţiul interplanetar!

într-adevăr, viteza pe care ar imprima-o muşchii noştri, sărind, ar putea învinge forţa de atracţie a micro planetei.

De altfel, pe Hermes, nici mersul obişnuit nu e lipsit de primejdii! Şi, dacă nu vrem să pierdem cumva legătura cu planeta şi cu racheta care ne-a adus, va trebui să umblăm în mîini, sau, mai exact, să ne ţinem în permanenţă cu mîinile de părţile proeminente ale suprafeţei micro planetei.

Iar dacă toate acestea ne enervează, să nu vă închipuiţi că ne-am putea încumeta să trîntim vre-un obiect de planeta asta şugubeaţă, fiindcă — aşa cum ne arată legea acţiunii şi reac-ţiunii —efortul respectiv ar provoca un recul, care ne-ar scoate pe neaşteptate din poziţia avută.

Puterea de atracţie redusă, şi deci greutatea neînsemnată a corpului, ne-ar permite să dormim — spre marea invidie a fachirilor indieni — pe stîncile colţuroase ale planetei, fără să ne doară nimic.

Iar pendulele noastre, dacă le-am avea acolo, cu limbi de 1 m lungime, ar întîrzia atît de mult, că am putea să le aruncăm la gunoi! O oscilaţie a pendulei ar dura cîteva minute,

25

1 în loc de^o secundă, şi, ca să meargă exact, ea ar trebui să fie scurtă de tot, numai cît o fracţiune dintr-un milimetru, adică aproape invizibilă.

...Am putea chiar să ne legăm de Hermes cu frînghii, cu ajutorul cărora am putea să revenim înapoi, dacă, din întîmplare, fâcînd o mişcare vie, am ajuns prea departe.

Dacă am făcut o săritură ceva mai... temerară, trebuie să fim'legaţi cu frînghii de polul planetei Hermes, ca să mai putem reveni pe* ea.

...Imbrăcînd haine speciale, de cauciuc, le-am putea umfla cu aer comprimat dintr-un rezervor pe care l-am purta în spate.

...O instalaţie de încălzire electrică ne-ar putea apăra la nevoie şi de frig. Toate acestea le-am putea căra foarte uşor cu noi, fiindcă nici o povară nu ni s-ar părea prea grea! E lesne de înţeles: 10 tone de pămînt nu atîrnă aci decît 1 kg!

Sau, cu alte cuvinte, oricine ar putea ridica uşor pe umăr un vagon de marfă bine încărcat...

5*

25

Putem spune, aşadar, că organismul nostru, felul de viaţa şi întreaga noastră existenţă sînt condiţionate în mod natural de forţa de atracţie.

## Spre fundul pămîntului

Există, oare, o atracţie a maselor şi în interiorul pămîntului? Este greu să răspundem la această întrebare bazîndu-ne pe observaţii sau încercări, deoarece pînă acum nu s-a reu-şit să se foreze decît pînă la o adîncime de 6 km.

Cunoscînd însă legea atracţiei maselor, putem trage concluzii şi cu privire la atracţia maselor din interiorul pămîntului. E^lucru dovedit că forţa de atracţie este îndreptată întotdeauna spre centrul pămîntului.

In imaginaţia oamenilor stăruie de multă vreme întrebarea: cum s-ar mişca oare corpurile într-un tunel săpat prin globul pămîntesc? Să ne închipuim, de exemplu, că am săpa un tunel de la Polul Nord pînă la Polul Sud, trecînd prin centrul pămîntului. Ce s-ar întîmpla cu o piatră, pe care am lăsa-o să cadă în tunel dinspre Polul Nord? Unde s-ar opri ea? în centrul pămîntului? Nu!

Cînd piatra ajunge în centrul pămîntului, viteza ei este atît de uriaşă, încît trece ca fulgerul prin el şi zboară mai departe.
Dar pe măsură ce se îndepărtează de centrul pămîntului, viteza ei descreşte treptat. Cînd ajunge la Polul Sud, trebuie s-o prindem repede, deoarece altfel ar fi atrasă înapoi, şi ar parcurge acelaşi drum în sens invers. Această mişcare ar continua la infinit.
Dar fireşte că toate acestea sînt adevărate numai dacă neglijăm rezistenţa aerului!
Putem calcula timpul în care piatra străbate pămîntul. Dus şi întors, ea nu ar face decît 84 minute şi 24 secunde, adică mai puţin de o oră şi jumătate!
26
Tunelul care leagă Polul Nord cu Polul Sud.
Dacă am săpa însă tunelul nu prin poli, ci prin alte două puncte opuse de pe glob, mişcarea s-ar complica, desigur, deoarece piatra căzută în tunel se va învîrti împreună cu pămîntul, iar viteza ei va fi cu g| atît mai mare, cu cît intrarea în tunel se află mai aproape de Ecuator. Dacă, de exemplu, am arunca piatra în tunel la Budapesta, piatra se va deplasa — în afară de căderea ei — cu o viteză de circa 340 de metri pe secundă, spre vest.
La Ecuator această viteză va fi de 465 de metri pe secundă.
Piatra va rămîne tot mai mult în urmă faţă de punctele Ecuatorului, deviind — în raport cu acestea — spre est. La tunelul săpat între poli nu există o asemenea deviaţie spre est. Cu cît intrarea în tunel se a-propie mai mult de Ecuator, cu atît mai mare va fi deviaţia, care va fi maximă chiar la Ecuator.
Dacă facem săpătura între două puncte opuse, situate însă amîn-două pe Ecuator, tunelul va trebui să fie sau foarte lat, sau înclinat, pentru ca piatra să-1 poată străbate.
Fireşte că piatra parcurge, de la intrarea în tunel şi pînă la centrul pămîntului, o cale tot atît de lungă ca de la centrul pămîntului pînă la ieşirea din tunel. Dacă intrarea în tunel s-ar afla la o înălţime de 2 km deasupra
4
Piatra aruncată la Budapesta, în tunelul săpat prin centrul pămîntului, deviază spre est.
26
nivelului mării, iar ieşirea chiar la nivelul mării, piatra nu se opreşte la ieşire. Ea zboară mai departe, pînă la o înălţime de 2 km.
Dacă însă cele două guri ale tunelului se află la aceeaşi înălţime faţă de nivelul mării, vom putea prinde piatra fără nici o dificultate şi fără măcar a ne lovi la mînă, deoarece viteza ei este în clipa aceea egală cu zero.
Ne-am antrenat aşa de mult în descrierea tunelului, ca şi cum el ar fi o realitate. Ne dăm totuşi seama că tehnica de azi este încă foarte departe de a realiza aşa ceva.
In încheiere, încercaţi să răspundeţi singuri la întrebarea următoare:
11. Cine s-a apropiat pînă acum cel mai mult de centrul pămîntului^
Să călătorim, pe aripile gîndului, la Moscova! Deşi călătoria în sine este o mare plăcere, ne vom strădui totuşi să
ajungem la ţinta călătoriei
este o linie dreaptă, ci un arc de cerc. Am putea merge pe o linie dreaptă numai dacă drumul nostru nu ar trece pe suprafaţa pămîntului, ci prin interiorul lui. Tunelul care
Drumul cel mai scurt
Drumul cel mai scurt între două puncte — Budapesta şi Moscova — este drumul drept. Da, dar pe suprafaţa curbată a pămîntului nu putem merge pe un drum drept pentru a ajunge la Moscova. In desen se poate vedea că drumul nu
noastre pe calea cea mai scurtă cu putinţă.
Trenul aleargă fără locomotivă în tunelul săpat în interiorul pămîn-tului.
26

se vede^in figură — pe lingă faptul că e drumul cel mai scurt — mai are o calitate foarte interesantă. Trenul care ar circula prin el, s-ar mişca la fel ca piatra despre care a fost vorba în paginile precedente. El ar trece prin tunel chiar fără locomotivă.
Cum aşa? Cine îl pune în mişcare?
Avînd în vedere că asupra lui nu acţionează decît forţa de atracţie a pămîntului, este neîndoielnic că numai ea îl pune în mişcare. Ştim că forţa de atracţie a pămîntului este îndreptată întotdeauna spre centrul lui. Privind figura, observăm că atunci cînd trenul trece prin prima jumătate a tunelului, el se apropie de fapt de centrul pămîntului. Este drept că trenul se mişcă foarte încet la pornire, dar iuţeala lui creşte din secundă în secundă şi într-un timp foarte scurt el goneşte cu o viteză de neînchipuit. La mijlocul tunelului, viteza este de-a dreptul uriaşă, astfel că îl face să traverseze şi jumătatea cealaltă a traseului, deşi în această parte forţa de atracţie a pămîntului nu mai sporeşte viteza, ci o reduce.
în călătoria noastră am uitat, însă, de unele amănunte nefavorabile, cum ar fi, de pildă, aerul şi frecarea. S-ar putea ca ele să ne strice socotelile! De aceea, să facem şi mai departe abstracţie de ele, pentru a putea trage concluzii interesante cu privire la forţa de atracţie a pămîntului.
Printr-un calcul elementar ne putem convinge că o călătorie Budapesta-Moscova n-ar dura decît 42 minute şi 12 secunde!
Mai rar aşa călătorie rapidă! Şi — ceea ce pare surprinzător — durata călătoriei nu ar depinde de lungimea tunelului! într-adevăr, cu cît acesta e mai lung, cu atît mai accelerată este şi viteza corpului ce se mişcă prin el!
Cea mai puternică acceleraţie o vom găsi în tunelul care trece prin centrul pămîntului. Ea va fi la fel de mare, ca şi cum corpul ar cădea liber.
27
In tunelurile mai scurte, acceleraţia va fi de atîtea ori mai mică decît acceleraţia gravitaţiei, de cîte ori este mai scurt tunelul în raport cu diametrul pămîntului.
Două puncte de pe pămînt se pot lega prin tu-nele în diferite feluri. Să vedem, mai întîi, cum se sapă un tunel „orizontal". Dar, ce înţelegem noi prin direcţie orizontală? Evident, direcţia nivelului apei, adică planul perpendicular faţă de direcţia firului cu plumb ! Să nu uităm că direcţia firului cu plumb este pretutindeni identică cu direcţia razei pămîntului! Dintre tunelele reprezentate în figură, cel din mijloc este acela a cărui direcţie formează, cu direcţia firului de plumb, în orice punct, un unghi drept. Acesta este deci tunelul „orizontal". Curios, el urmează totuşi perfect de bine curbura suprafeţei pămîntului! Noi ne-am obişnuit să considerăm orizontala totdeauna drept ceva plan, cu toate că apele cu suprafaţă mare — cum sînt, de exemplu, oceanele — nu au o suprafaţă plană, ci o curbură identică cu cea a scoarţei pămîntului.
Cele mai multe tuneluri se sapă aşa cum ne arată figura: extremităţile tunelului au direcţie tangenţială faţă de suprafaţa pămîntului. Un asemenea tunel urcă puţin, la început, apoi coboară. Avantajul este că apa nu se adună în el, ci se
a — Un astfel de tunel are la cele două capete o direcţie identică cu direcţia tangentelor de pe suprafaţa pămîntului. b — Tunelul este, în toate punctele sale, perpendicular pe raza
pămîntului. c — Centrul tunelului este cel mai apropiat de centrul pămîntului.
27
scurge de la sine. Dacă am săpa un tunel lung exact în direcţie orizontală, el ar căpăta o formă arcuită. Apa ar fi în echilibru în orice punct al tunelului, şi nu s-ar mai scurge din el. In sfîrşit, dacă tunelul se construieşte în linie dreaptă, apa nu numai că nu se scurge din el, ci se adună în mijlocul lui. Lucrul este uşor de înţeles, căci în această poziţie apa se află cel mai aproape de centrul pămîntului: ambele părţi ale tunelului sînt în pantă înclinată spre mijloc.
Muntele lui Newton

Putem urmări uşor drumul parcurs de o minge azvîrlită. Dacă o aruncăm în direcţie orizontală, drumul ei deviază după puţin timp de la linia dreaptă, descrie o curbă şi cade pe pămînt. Cu cît o aruncăm cu viteză mai mare, cu atît mai departe zboară şi mingea.
Se pune întrebarea: putem s-o aruncăm cu o viteză atît de mare, încît să părăsească pămîntul şi să nu se mai întoarcă niciodată?
întrebarea 1-a frămîntat şi pe Newton (1642—1727), descoperitorul atracţiei maselor, cel mai mare fizician al tuturor timpurilor. El şi-a pus astfel problema:
Să ne închipuim că aruncăm o piatră de pe un munte înalt şi să nu ţinem seamă, nici în cazul acesta, de rezistenţa aerului. Cu cît o vom azvîrli mai puternic, cu atît va cădea mai departe.
Dar putem să imprimăm noi pietrei o viteză atît de mare, încît ea să înconjoare globul şi să se întoarcă în vîrful muntelui, de pe care a fost aruncată?
Avînd în vedere că la înapoiere viteza ei nu va fi mai mică decît la plecare, piatra îşi va continua mişcarea pe aceeaşi traiectorie. O astfel de piatră încetează să mai fie un obiect pămîntesc şi devine un „satelit" al pămîntului. Şi aci se poate
28
calcula viteza iniţială necesara. Rezultatul calculului este că un obuz tras cu o viteză de 8 km pe secundă se poate învîrti astfel în jurul pămîntului.
Dacă obuzul ar avea însă o viteză mai mare, el nu s-ar mai învîrti în jurul pămîntului în cerc, ci pe o orbită de forma*unei
Muntele lui Newton.
elipse lăţite — iar la o viteză iniţială de 11 km [pe secundă, obuzul ar părăsi pe veci planeta noastră şi s-ar pierde în adîncurile Universului.
Dacă n-ar exista atmosfera, am putea să aruncăm deci în lună orice obiect pămîntesc Jules Verne a recomandat chiar, în romanul său „O călătorie în lună", o metodă pentru realizarea ideii sale.
Putem zbura în Lună?
Eroii romanului lui Jules Verne au crezut că vor putea realiza acest zbor construind un tun uriaş, umplut cu o cantitate enormă de explozibil, în stare să imprime obuzului
\
28
viteza necesară pentru a ajunge în Lună! Ei toarnă un tun lung de 4 km pe care îl îngroapă vertical în pămînt şi construiesc apoi un obuz de proporţii uriaşe, în interiorul căruia instalează ?cabina pentru pasageri.
Greutatea obuzului este de 8 tone. Tunul se încarcă cu 16 tone de fulmicoton. Proiectilul capătă, în urma exploziei — dacă putem da crezare autorului romanului — o viteză de 16 km pe secundă, care scade însă, în urma rezistenţei aerului, la 11 km.
Obuzul descris în roman dispune în momentul părăsirii atmosferei de o viteză destul de mare pentru a putea zbura în Lună.
Aşa descrie romancierul întîmplările. Dar ce spune fizicianul despre toate a cestea?
Proiectul lui Jules Verne este vulnerabil în multe puncte. în primul rînd, viteza maximă a unui obuz tras dintr-un tun încărcat cu fulmicoton nu Zborul în Lună. poate depăşi 3 km pej secundă. Apoi, marele scriitor nu a luat în seamă nici rezistenţa aerului, care, la o viteză atît de uriaşă, devine extrem de mare şi schimbă complet condiţiunile zborului. în fine, pasagerii se aflâ în cel mai mare pericol. Şi nu atît în
mm >:- lw8

/ m/iHhH
/ Im
iS^MtB5atâ>b
*&&$&
//IMt
///s//LgEsSKB
Wk

ifl

29

timpul zborului de la pămînt spre Lună! Căci, dacă reuşesc să rămînă în viaţă pînă în clipa cînd părăsesc gura tunului, ei nu mai au de ce să se teamă în restul călătoriei! Viteza extraordinară cu care călătorii din cabină ar goni spre adîncurile Universului ar fi tot atît de inofensivă pentru ei, cum este pentru locuitorii pămîntului viteza şi mai mare, cu care globul pămîntesc se învîrteşte în jurul soarelui.

Clipele cele mai periculoase pentru pasageri ar fi acele cîteva fracţiuni de secundă în care proiectilul parcurge ţeava tunului. Căci în acest timp, extrem de redus, viteza imensului obuz ar creşte de la 0 la 16 km pe secundă. Această schimbare de viteză face ca asupra corpului în mişcare, cum şi asupra corpurilor omeneşti aflate în cabină, să acţioneze o forţă de 60 000 ori mai mare decît greutatea lor proprie. Sub efectul unei asemenea forţe uriaşe, corpurile ar fi strivite într-o clipită. Pălăria unuia dintre călători, de exemplu, ar căpăta, în momentul pornirii, o greutate de 15 tone, adică bietul om s-ar trezi cu un vagon de marfă pe cap!

Jules Verne, care nu a fost numai un bun cunoscător al progresului tehnic din epoca sa, ci a prevăzut multe descoperiri în evoluţia tehnicii viitoare, descrie, bineînţeles, în romanul său, şi metodele folosite de călătorii proiectilului spre Lună, cu care ei încearcă să reducă presiunea uriaşă ce îi apasă.

Cei care citesc acest roman minunat, să se gîndească însă dacă metodele descrise ar putea da rezultatele dorite, în lumina stadiului actual al fizicii.

## Capitolul V

## ATRACŢIA MOLECULELOR

### O casă pe care poţi s-o dar îmi cu piciorul

In faţa casei noastre se află un şantier de construcţii. Copiii privesc cu jind cărămizile depozitate pe stradă: „Ce bine ar fi să facem şi noi o căsuţă cu ele! Nu e mare lucru să punem cărămizile una peste alta. Acoperim totul cu ceva, lăsăm un gol pentru uşă şi ne băgăm înăuntru cînd plouă sau cînd arde soarele prea tare"!

Din fericire, copiii nu îşi pun în aplicare planul, căci s-ar putea produce o mare nenorocire. Casa visată s-ar dărîma repede!

0 lovitură-două de picior dinafară, sau cîteva mişcări mai puternice în interior, şi cărămizile s-ar prăbuşi peste „locatari".

Şi totuşi, părticelele din care sînt constituite corpurile — moleculele — ar forma o astfel de casă, dacă între ele nu ar exista o forţă de coeziune, care să le lege, cum leagă mortarul cărămizile.

Am arătat, de altfel, că această forţă de coeziune este motivul pentru care nu putem face dintr-un ou spart un ou întreg.
77
Legătura foarte strînsă de care vorbim nu are însă efect, decît dacă moleculele sînt foarte apropiate. Putem demonstra aceasta prin următoarea experienţă:
Rupem în două o bucată de ceară roşie şi încercăm apoi să lipim bucăţile la loc. Degeaba le vom îndesa una în alta.
Ele rămîn tot separate, cînd încetează apăsarea mîinilor noastre. Aşadar, forţa de coeziune, care ţinea mai înainte ceara într-o singură bucată solidă, nu mai acţionează asupra celor două jumătăţi. Prin apăsarea mîinilor nu mai putem aduce, destul de aproape, particulele de ceară. Dar treaba se rezolvă imediat, dacă topim uşor, la flacăra unui chibrit, capetele bucăţilor, şi le îndesăm apoi una peste cealaltă. Ceara devenind fluidă, în urma căldurii, moleculele se pot apropia suficient; forţa de coeziune acţionează asupra lor şi cele două bucăţi se lipesc.
1 oporu] nu poale crăpa lemnul n direcţie perpendiculară pe fibre, dar în lungul fibrelor, îl crapă destul de uşor.
Cum tăiem mai bine lemnele
Poate că nimănui nu î-ar trece prin gînd să taie o scîndură cu toporul, cruciş; pentru noi este de la sine înţeles că lemnele pot fi crăpate numai în lung. De ce oare ?
Fireşte, din cauza forţei de coeziune! Părticelele lemnului sîrtt mai strîns lipite între ele în direcţia longitudinală a fibrelor, decît în celelalte direcţii, şi de aceea forţa de coeziune între ele, în această direcţie, este mai mare. Aşa fiind, ele rezistă puternic oricărei încercări de a le despărţi.
30
Perlele din sticlă de Bologna
Cei mai mulţi ştiu că obiectele de sticlă se confecţionează prin suflarea sticlei lichide, topite. Dacă lăsăm să cadă o picătură de sticlă lichidă în apă rece, ea se solidifică. Rupînd însă codiţa acestei „perle", picătura de sticlă se desface într-o clipă în părticele minuscule, adică „se face praf". Picăturile de sticlă cu care se poate efectua această „scamatorie" de efect se numesc „perle din sticlă de Bologna". Care este explicaţia comportării atît de ciudate a acestor perle?
Particulele picăturii nu sînt aşezate în mod uniform. Din cauza răcirii brusce, la căderea în apă, cele exterioare se răcesc mai repede şi decise solidifică înaintea Perlă din sticlă de Bologna. celor din interior. Răcin-
du-se pe loc, ele nu mai au timp să se strîngă între ele, ca cele din interior.
în picătură rămîn deci tensiuni interne între particulele din exterior, mai rare, şi cele din interior, mai dense.
Aceasta nu ar avea nici o importanţă atîta timp cît suprafaţa exterioară rărnîneneatinsă, deoarece stratul de deasupra se menţine neîntrerupt.
Dar în momentul în care tulburăm cît de puţin continuitatea suprafeţei, întreaga picătură de sticlă se face praf.
30
De ce se lipesc de noi hainele ude?
Forţa de coeziune nu acţionează numai între moleculele aceluiaşi material — ca în exemplul nostru cu coaja de ou
— ci şi între particulele diferitelor corpuri. Ea variază de la material la material, ceea ce explică multe fenomene interesante.
Cînd picăturile de ploaie cad din nori, sub efectul forţei de atracţie a pămîntului, ne-am putea aştepta ca fiecare strop să curgă mai departe, spre pămînt, şi să nu rămînă pe hainele noastre. Pămîntul atrage doar fiecare picătură de apă în parte, şi hainele noastre ar trebui să rămînă uscate, chiar dacă nu avem umbrelă.

Moleculele de apă aderă însă cu o forţă relativ mare, la hainele noastre, dar nu toate, ci numai acelea care se apropie suficient de îmbrăcăminte. Forţa de atracţie a pămîntului absoarbe, desigur, marea majoritate a picăturilor de ploaie, însă cele care vin în contact direct cu îmbrăcămintea noastră rămîn pe ea. Forţa lor de adeziune este într-adevăr mai mare — în acest caz — faţă de haine decît faţă de pămînt. Pentru acelaşi motiv, dacă băgăm mîna într-un vas cu apă şi apoi o scoatem, o parte din picături cad înapoi în vas, iar altă parte — şi anume acelea care au fost mai apropiate de pielea noastră — rămîn lipite de ea, cu toate că greutatea lor proprie le trage în jos.

Cînd răsfoim o carte, umezim involuntar vîrful degetului. In acest caz, umiditatea de pe deget se lipeşte şi de vîrful degetului şi de fila cărţii, aşa încît hîrtia se mişcă după direcţia degetului nostru. Desigur că ne întrebăm care e cauza acestei adeziuni a apei?

Să facem o experienţă: suprapuneţi două plăcuţe de sticlă umedă şi încercaţi apoi să le separaţi. Veţi constata că e foarte greu, deoarece plăcuţele umede de sticlă s-au lipit puternic. Ce s-a întîmplat aici?

31

Potrivit simţurilor noastre, gemuleţele au suprafeţe extrem de netede şi uniforme. Noi ştim însă că suprafaţa lor cuprinde nenumărate mici asperităţi. Ei bine, apa se strecoară printre movilite şi umple văile minuscule, făcînd astfel ca particulele să se poată apropia foarte mult între ele, şi forţa de coeziune care strînge moleculele să se poată şi ea manifesta.

Coeziunea este deci aceea care lipeşte atît de strîns plăcile umede de sticlă! Această proprietate a moleculelor este folosită în scopuri industriale: pe ea se bazează tencuirea, lipirea, zugrăvitul, vopsitul etc.

Dintre toate lichidele, numai la mercur nu se manifestă de loc această forţă de coeziune. Dacă introducem degetul într-un pahar cu mercur, îl scoatem absolut uscat. Mercurul nici nu aderă, nici nu se „lipeşte".

Mai trebuie să reţinem că între grăsime şi apă nu se manifestă aproape nici un fel de forţă de coeziune, şi de aceea picăturile de apă nu se lipesc de o mînă unsuroasă.

## De ce au cănile „cioc"?

Să turnăm lapte, apă sau vin, dintr-un pahar într-altul. Nimic mai uşor! Dar vai! lichidul se prelinge de-a lungul pereţilor paharului din care am vrut să turnăm.

La început, mai ales, faţa de masă albă ca neaua, sau chiar masa lustruită, sînt în pericol! Mai tîrziu, lichidul se varsă fără nici o greutate dintr-un pahar în celălalt. Motivul trebuie căutat tot în forţa de coeziune dintre lichid şi sticlă.

Astfel, peretele paharului atrage primele particule de apă care îl părăsesc. Din cauza acestei atracţii, particulele de apă nu urmează mişcarea iniţială de la un pahar la altul, ci se rostogolesc de-a lungul peretelui vasului, în jos. Dacă vrem să evităm un asemenea accident, trebuie să vărsăm lichidul în aşa fel, încît toate particulele să ajungă destul de departe

fi

81

de peretele exterior al primului pahar: în acest caz, forţa de adeziune nu se mai manifestă!

Ne dăm uşor seama pentru ce sînt făcute ciocul şi colţurile cănilor de apă: pentru ca picăturile lichidului pe care-1 turnăm să capete o viteză perpendiculară faţă de peretele exterior al vasului şi să se îndepărteze de el.

## Liniile „invizibile"

Trageţi cu degetul, pe un geam, linii imaginare: nu se vede nimic! Aburiţi acum geamul, suflînd uşor pe el: liniile au apărut şi se văd perfect! Cum se explică asta?

Pielea degetelor noastre este în permanenţă acoperită cu un strat foarte subţire de grăsime. Cînd apăsam cu vîrful degetului pe geam, de-a lungul liniilor trasate se lipeşte puţină grăsime.
Acest strat unsuros împiedică vaporii de apă din respiraţia noastră să adere pe sticlă, în timp ce restul suprafeţei se abureşte. Astfel pe geam vor apare dintr-o dată linii lucioase pe un fond mat.
Suprafaţa apei e orizontală?
Dacă privim mai bine, constatăm că nu e! Apa urcă puţin de-a lungul pereţilor paharului, aşa că suprafaţa ei nu este orizontală, ci concavă. Fenomenul se explică prin faptul că adeziunea între peretele paharului şi apă este mai mare decît forţa de coeziune moleculară a apei. Această forţă mai mare trage în sus apa de lîngă pereţi.
într-un pahar de aceeaşi formă, suprafaţa mercurului va fi convexă, deoarece forţa de adeziune între sticlă şi mercur este mai mică decît coeziunea moleculară a mercurului. Fiind mai puternică, aceasta din urmă sileşte suprafaţa mercurului să stea bombată.
32
Dar şi suprafaţa mercurului poate să fie concavă. t)acâ turnăm mercurul într-un vas de zinc, în locul vasului de sticlă, vom vedea că forţa de adeziune dintre zinc şi mercur este mai mare decît forţa de coeziune a moleculelor de mercur. Dacă introducem vertical o ţeava foarte subţire într-o tavă umplută cu apă, apa va avea un nivel mult mai ridicat în ţeava decît în tavă. Forţa de adeziune despre care am vorbit
Apa se ridică puţin în sus, de-alungul pereţilor paharului
... în schimb mercurul coboară lîngă pereţi.
Apa are un nivel mai înalt în tubul capilar, decît în tavă.
o trage mai sus. Diferenţa de nivel se vede cu atît mai bine, cu cît tubul este mai subţire.
Tuburile foarte subţiri se numesc tuburi capilare, iar fenomenul se cheamă capilaritate.
Marele fizician maghiar Eotvos Lorând s-a ocupat foarte mult şi cu problema capilarităţii, obţinînd şi în acest domeniu însemnate succese teoretice şi practice.
El a creat un mijloc nou, important pentru chimie şi chimie fizică, de determinare a componenţei chimrce a lichidelor.
De asemenea, el a elaborat o metodă prin care se poate stabili greutatea moleculară a lichidelor.
Prin descoperirea acestei legi, care îi poartă numele, marele fizician şi-a înscris numele în istoria ştiinţei.
6*
83
De ce ştergem mai greu cerneala decît creionul?
Documentele importante şi certificatele nu se iscălesc cu creionul, ci cu cerneală. E şi firesc, deoarece semnătura cu creionul se poate îndepărta relativ uşor şi în locul ei se poate scrie alta. Să vedem, aşadar, ce se întîmplă cînd scriem cu cerneală şi cînd scriem cu creionul.
Mina de creion este din grafit. Grafitul e format din atomi de carbon, legaţi între ei în exagoane regulate, la fel ca fagurii de miere. Planurile exagoanelor sînt suprapuse paralel. Distanţa între pla-Structura cristalului de nurile învecinate suprapuse este mai grafit. mare decît între atomii de pe acelaşi
plan şi astfel puterea de atracţie între straturi este mai mică decît în interiorul lor. Rezul-tatul este că diferitele straturi se separă uşor, iar părticelele mici, rupte din ele, se lipesc de hîrtie. Cînd ştergem, cu guma nu facem altceva decît să măturăm de pe hîrtie gra-nulele de grafit care s-au lipit de ea. Nu este o muncă grea deoarece granulele de grafit stau numai pe suprafaţa hîrtiei. Putem să ne convingem de aceasta, dacă tragem cu degetul peste o hîrtie pe care s-a scris cu creionul: hîrtia se va murdări.

în schimb, cînd scriem cu cerneală, aceasta se infiltrează în hîrtie, iar o bună parte din lichidul rămas la suprafaţă se evaporă. Dacă vrem să ştergem cerneala uscată folosind o gumă obişnuită, adesea găurim hîrtia.
Este lucru ştiut că nu pe orice hîrtie se poate scrie la fel de bine. Sugativa, de exemplu, nu se pretează la scris, deoarece conţine prea multe tuburi capilare goale şi cerneala se întinde prin ea.

## CopitoM VI

## PROPRIETĂŢILE LICHIDELOR

### Marea în care poate înota oricine

-Acolo unde se întîlnesc munţii Matra şi Bukk, între nişte minunate coline, se află una din cele mai preţioase comori naturale ale Ungariei: izvorul cald şi sărat de la Biikkszeg. Apa lui este captată şi condusă într-un bazin. Bolnavii mai ales vin aici, pentru vindecarea suferinţelor lor, dar există şi un bazin mare de înot, în care oricine se poate distra. Celor care înoată în bazin li se pare curios cît de uşor se pot menţine la suprafaţă. Inotînd şi jucîndu-ne, ne gîndim fără să vrem la acest fenomen. Atunci, ne aducem aminte de Arhimede şi căutăm să rezolvăm problema pornind de la legea lui! întru-cît greutatea corpului nostru este aceeaşi şi în lacul Balaton, ca şi în bazinul de la Biikkszeg, este evident că trebuie să căutăm explicaţia studiind proprietăţile apei. într-adevăr, apa izvorului de la Biikkszeg conţine — după cum am spus — o cantitate foarte mare de sare şi de aceea apa aceasta este mult mai grea, mai densă, decît aşa-numita apă dulce. Iată de ce corpul omenesc se menţine atît de uşor la suprafaţa ei.
Constatăm acelaşi lucru şi atunci cînd înotăm în apa mării, deoarece apa tuturor mărilor este sărată. Apa celor
85 mai multe oceane conţine 2—3% sare, dar există şi mări al căror conţinut procentual de sare este mult mai mare. De pildă, Marea Moartă conţine 27% sare, ceea ce înseamnă că a 4-a parte din ea este formată din sare dizolvată! Evident, în această mare poate înota oricine!
în navigaţie, trebuie să se ţină seama în mare măsură de diferenţele conţinutului de sare al mărilor. Corpul vaporului se afundă mai puţin într-o mare mai sărată, decît în cele cu mai puţină sare.

12. 0 întrebare si despre înot
De ce se îneacă omul în apă cînd nu înoată şi de ce se poate menţine la suprafaţa apei cînd face anumite mişcări?

### Spărgătoarele de gheaţă în acţiune!

Cu cîteva decenii în urmă ar fi fost de neînchipuit ca pe Oceanul îngheţat de Nord — care este acoperit în cea mai mare parte a anului cu o adevărată carapace de gheaţă — să se desfăşoare un trafic naval regulat! Astăzi, flota sovietică a rezolvat această problemă, cu ajutorul unor nave uriaşe — spărgătoarele de gheaţă. Spărgătoarele sovietice de gheaţă, cu renume mondial — ca, de exemplu, Krasin — pot sfărîma straturi de gheaţă groase de cîţiva metri.
Cum funcţionează aceşti coloşi de fier?
Să nu vă închipuiţi că spărgătorul spintecă gheaţa intro. ducînd prova vaporului, cu mare presiune, ca o pană, între banchizele de gheaţă! Astfel lucrează numai vapoarele spin-tecătoare de gheaţă. De altfel, în felul acesta se pot spinteca numai straturile subţiri de gheaţă.
Spărgătoarele de mare capacitate lucrează altfel. Maşini puternice împing prova vaporului pe suprafaţa banchizelor. Ieşind din apă, dispare pierderea de greutate a provei, care

astfel apasă cu toată greutatea — de mai multe sute de tone — pe gheaţă.
Pentru a fi şi mai grea, prova are în interior rezervoare, în care se pompează apă.

Prin această metodă se pot sparge straturi de gheaţă groase de cel mult o jumătate de metru.
Spărgătorul sfărîmă sloiurile de gheaţă, prin greutatea sa.
Straturile mai groase se pot sparge în felul următor: spărgătorul de gheaţă mai întîi se retrage, îşi ia avînt şi se loveşte apoi cu mare putere de marginea banchizei, aşa cum fac berbecii de spart ziduri. Operaţia se repetă pînă ce sfărîmarea gheţii a reuşit.
Sarcina nu revine însă numai greutăţii vaporului. Mai este ceva. Spargerea se datoreşte şi energiei cinetice (de mişcare) a vaporului, care creşte considerabil o dată cu viteza lui. Vaporul are aici rolul unui topor uriaş.
Vapoare scufundate
în romanul său: „Douăzeci de mii de leghe sub mări", Jules Verne descrie peripeţiile unui vapor scufundat, care pluteşte totuşi nemişcat în apă. Este acest lucru posibil?
Indiscutabil, există experienţe care par a susţine teza lui Verne.
Ştim că în fundul mării, presiunea apei are o putere uriaşă. S-ar putea deci presupune că la o adîncime de 10 km sub nivelul mării, presiunea extrem de puternică comprimă apa într-aşa măsură, încît densitatea ei se dublează!
8?
Pentru a putea decide însă în această problemă, trebuie să cunoaştem mai întîi mărimea presiunii şi comportarea apei la o presiune atît de mare.
Pe suprafaţa unui corp scufundat în apă la o adîncime de 10 m, apa exercită o presiune de 1 kg pe fiecare centimetru pătrat. La o adîncime de 10 km, această presiune creşte la 1 000 kg pe centimetru pătrat, ceea ce reprezintă într-adevăr o forţă extraordinară!
Experienţele arată, pe de altă parte, că, sub efectul presiunii unei greutăţi de 1 kg, volumul apei scade cu numai a 22 000-a parte.
Comprimarea este aproximativ uniformă cînd presiunea creşte. In consecinţă, la presiunea de 1 000 kg, apa şi-ar reduce volumul cu 1 000/22 000-a parte. Valoarea acestei fracţiuni este mai mică decît 1/20, ceea ce ar însemna că sub efectul unei presiuni de 1 000 kg, apa ar deveni cu numai 5% mai densă.
Deci apa, care în mod normal are densitatea 1, ar căpăta densitatea de 1,05, şi vaporul, avînd o densitate de 7 sau 8, nu ar mai putea să rămînă suspendat în ea.
S-ar putea obiecta: cum este totuşi posibil că vapoarele metalice de mare greutate pot să plutească pe apă? Aci e altceva.
In corpul vaporului există multe goluri umplute cu aer, şi astfel el deplasează mai multă apă de cît greutatea sa proprie! S-ar putea întîmpla ca într-o zi vaporul să fie aşa de deteriorat, încît intrarea golurilor umplute cu aer să se astupe şi apa să nu mai poată pătrunde acolo. Dar nici în acest caz epava vaporului nu poate să rămînă suspendată între suprafaţa şi fundul apei mării, ci ea va pluti cu chila în sus, pe suprafaţa mării.
Nu există deci vapoare „liber suspendate în apă", ci numai vapoare care plutesc la suprafaţa apei, sau care se dau cu totul la fund.
34
13. Un pahar de apă cu gheaţă
într-un pahar umplut pînă la refuz cu apă pluteşte o bucată de gheaţă. Gîtă apă se varsă din pahar cînd se topeşte gheaţa complet?
Submarine
Am afirmat mai înainte că vapoarele nu pot sta decît la suprafaţa sau la fundul mării. Faptul că există submarine pare să contrazică afirmaţia noastră.
Interesant: submarinul — astăzi mijloc consacrat de comunicaţie — s-a născut întîi în imaginaţia scriitorilor, dar apoi realitatea a depăşit cu mult închipuirea lor.
în romanul „Douăzeci de mii de leghe sub mări", Jules Verne vorbeşte despre submarinul „Nautilus". Acest submersibil a rămas timp de 48 ore încontinuu sub apă! Desigur, submarinele de astăzi pot rămîne sub apă chiar şi 120 de ore.

Scriitorul se lasă cîteodată mult antrenat de fantezia sa. Verne susţine că vasul căpitanului Nemo a coborît la o adîncime de 10 km şi o dată chiar la 16 km.
„Am simţit cum trepidează chiurasa de oţel, barele se în-covoiază, pereţii gem, geamul salonului pare să se îndoaie sub presiunea apei! Iar maşinăria puternică s-ar fi sjărîmat cu siguranţă şi ea, dacă nu ar fi putut rezista presiunii — după cum spune căpitanul Nemo — ca un singur bloc compact!"
Pericolul ar fi existat într-adevăr, dacă ar fi existat şi marea cea adîncă, de 16 km! La această adîncime presiunea apei ar fi de 1 600 kg pe fiecare centimetru pătrat, adică de 1 600 de atmosfere tehnice. O forţă atît de mare nu striveşte oţelul, totuşi construcţia lui Nemo s-ar fi turtit serios!
Oceanografia a stabilit cu precizie că cea mai mare adîncime cunoscută este de 11 km. Pe vremea lui Jules Verne,
35
(romanul a fost scris în 1869), mijloacele folosite pentru determinarea adîncimii mării erau încă neprecise: pentru măsurarea ei nu se folosea cablul de oţel, ci o frînghie de cînepă cu greutăţi, care era expusă cu .«atît mai mult frecării apei, cu cît se^scufunda mai adînc. La o adîncime mare, frecarea
Submarin: 1 —electromotoare pentru mersul sub apă; 2 —motoare cu combustie internă pentru mersul la suprafaţă ; 3 — turela comandantului ; 4 — periscop ; 5 — cabina centrală de comandă ; 6 — acumulatoare; 7 —rezervoare de apă pentru balast; 8 — cabine de locuit; 9 — ţevi pentru lansarea torpilelor; 10 — magazia cu torpile.
era atît de accentuată, încît greutatea de plumb nu se mai scufunda, iar frînghia de cînepă se încîlcea şi da astfel impresia unor adîncimi extraordinare.
Submarinele de astăzi rezistă la o presiune de cel mult 14 atmosfere, şi aceasta limitează adîncimea maximă de scufundare la 140 m.
Submarinul nu se lasă pînă la fundul apei. El apare din cînd în cînd la suprafaţă şi apoi coboară iarăşi sub apă. Aşadar, trebuie să fie uneori mai uşor ca apa şi altădată mai greu ca ea.
Acest lucru se realizează cu ajutorul unor camere umplute cu aer, în care, la nevoie, introducem apă. Astfel se dirijează ridicarea şi scufundarea.
Cînd trebuie să apară la suprafaţă, camerele se umplu cu aer comprimat, care evacuează apa, şi astfel vasul devine
35
mai uşor. Cînd lăsăm apa să reintre în camere, capacele se închid ermetic şi submarinul dispare în jos.
Desigur, constructorii submarinelor au avut în vedere înotul peştilor. Peştii pot înota şi la suprafaţa apei şi la adîn-cimi diferite. Academia de Ştiinţe din Florenţa a dat, în secolul al XVII-lea, o explicaţie cu privire la înotul peştilor, arătînd că atunci cînd peştele vrea. să se ridice mai la suprafaţă, el îşi umflă băşica plutitoare cu aer. Astfel volumul corpului său creşte şi peştele urcă.
In schimb dacă vrea să se dea la fund, peştele comprimă băşica şi astfel volumul său scade, o dată cu greutatea apei deplasată prin corpul său.
Această explicaţie a fost acceptată timp de peste 200 de ani şi prescrisă în toate manualele şcolare. Cercetări mai recente au arătat însă că teoria este greşită. Astăzi noi ştim bine cum urcă sau coboară peştii.
Peştele începe scufundarea prin mişcarea aripioarelor. Pe măsură ce se scufundă, presiunea apei care apasă asupra lui creşte şi comprimă corpul peştelui. Rolul băşicii este doar de a permite comprimarea.
Greutatea apei deplasate devine atunci mai mică decît greutatea corpului, aşa încît peştele se scufundă tot mai repede. Invers se întîmplă însă cînd peştele vrea să treacă în stratul de apă superior, bătînd din aripioare, ca şi mai înainte.

Presiunea exterioară asupra ccrpului său începe atunci să scadă, băşica se dilată, corpul se măreşte şi deplasează tot mai multă apă, aşa încît şi urcarea se accelerează.
De aici rezultă clar că peştele nu are posibilitatea să-şi umfle sau să-şi comprime în mod voit băşica. Acest lucru este cu atît mai puţin posibil, cu cît pereţii băşicii nici nu au fibre musculare, aşa că ei nu pot acţiona în nici un fel. Schimbarea volumului băşicii se face sub efectul presiunii exterioare a apei, în creştere sau în descreştere.
36
Scoaterea la suprafaţă a vasului „Sadko"
în anul 1916 s-a scufundat în Marea Albă marele spărgător de gheaţă „Sadko". Vaporul a zăcut timp de 17 ani pe fundul mării, pînă în 1933, cînd a fost scos la suprafaţă şi pus din
Scoaterea unei epave.
nou în funcţiune. Salvarea lui s-a bazat pe cunoaşterea legilor fizicii şi aplicarea lor conştientă. Scafandrii au săpat în solul fundului mării, sub corpul vaporului scufundat, 12 tuneluri, trecînd prin fiecare tunel cîte un cablu de oţel extrem de puternic, pe care l-au fixat de nişte pontoane scufundate. Toată operaţia a fost efectuată la o adîncime de 25 m sub nivelul mării.
36
I
Pontoane le aveau o formă cilindrică, cu lungimea de 11 m şi diametrul de 5,1 m. Ele erau confecţionate din table de oţel, bine tanşate. Greutatea unui ponton gol era de 50 tone? iar capacitatea lui, de 250 m. c.
Este evident că un asemenea cilindru pluteşte pe apă cînd este gol, deoarece deplasează 250 tone de apă, în timp ce greutatea sa este de numai 50 tone. Capacitatea de ridicare a fiecărui ponton era deci egală cu 200 tone.
Pentru ca pontonul să rămînă însă la fundul apei, el era umplut cu apă.
După ce cele 12 cabluri de oţel au fost fixate solid, cu capetele lor, de pontoanele scufundate, cilindrii au fost umpluţi cu aer comprimat, prin nişte tuburi de cauciuc.
La o presiune de 3,5 atmosfere, aceşti cilindri, eliberaţi de balastul lor, au început să se ridice cu mare putere în sus.
Dacă apa ar fi fost evacuată complet din pontoane, forţa lor de ridicare ar fi fost de 200x12, adică 2 400 tone, ceea ce însemna mai mult decît greutatea vaporului scufundat. De aceea, aerul din pontoane a fost îndepărtat numai în parte, pentru ca scoaterea vasului la suprafaţă să se facă treptat.
14. Căutaţi dopul!
Ce se întîmplă dacă lăsăm, cu o sfoară, în fundul mării, o sticlă acoperită cu dop, după ce am pus în ea cîteva pietricele sau bucăţi de plumb, ca să fie mai grea? Ce constatăm cînd o scoatem de-acolo?
Cu ce viteză se scurge lichidul printr-o ţeava?
în vasul reprezentat în figură încap 30 de pahare de apă. Să facem o experienţă simplă. Să aşezăm sub robinetul vasului un pahar şi să determinăm, cu ceasul în mînă, timpul necesar ca paharul să se umple. Să presupunem că s-a umplut
36
în 30 secunde. întrebarea este următoarea: în cit timp se goleşte vasul complet, dacă lăsăm robinetul deschis? Nu se poate o problemă mai simplă! Dacă un pahar de apă se scurge într-o jumătate de minut, 30 de pahare se vor scurge, evident, în 15 minute!
Efectuînd însă ^complet experienţa, constatăm, spre marea noastră surprindere , că nu ajunge, aşa cum ne-am aşteptat, un sfert de ceas pentru golirea Pe măsură ce rezervorufse goleşte, vasului... ci O jumătate de paharul se umple tot mai încet, oră!
Unde este greşeala?
în calculul nostru s-a strecurat o eroare, cînd am presupus că viteza de scurgere va rămîne tot timpul constantă. Cînd primul pahar de apă se scurge din vasv nivelul apei din acesta scade şi de aceea şuvoiul se scurge cu o presiune tot mai mică. Pentru umplerea

celui de al doilea pahar va fi deci nevoie de mai mult de 30 secunde, iar pentru al treilea este necesar un timp şi mai mare! ŞtimNcu toţii că o piatră care cade de la mare înălţime, atinge pămîntul cu o viteză cu atît mai mare, cu cît a căzut mai de sus. Renumitul fizician italian Torricelli, discipolul lui Galilei, a constatat că apa se scurge dintr-o ţeava cu viteza cu care ar cădea liber de la înălţimea nivelului lichidului din vas. Adică exact ca piatra căzută de la înălţime.

Calcule exacte şi totuşi greşite !

Din nici o colecţie de probleme, de aritmetică sau algebră, nu lipseşte cîte un exemplu de acest fel:

„Un bazin e prevăzut cu două conducte. Prin prima conductă putem umple bazinul gol în decurs de 5 ore, prin con

37

ducta a doua putem goli bazinul plin în decurs de 10 ore. în cîte ore se umple bazinul gol, dacă deschidem în acelaşi timp ambele robinete?"

De 2 000 de ani se rezolvă asemenea probleme şi totdeauna în mod greşit. De ce am spus „greşit", rezultă clar din cele arătate mai sus. Cum se rezolvă de obicei o asemenea problemă?

Pe baza următorului raţionament: conducta întîia umple într-o oră a 5-a parte din bazin, iar prin conducta a 2-a se scurge în acelaşi timp a 10-a parte din conţinutul bazinului, adică atunci cînd ambele conducte sînt deschise, bazinul se umple cu diferenţa dintre 1/5 şi 1/10, adică

1 1 _ _2_ JL — J_ 5 10 ~~ 10 10 ~~ 10 '

deci 1/10 parte pe oră.

De aici rezultă că pentru umplerea bazinului este nevoie de 10 ore. Calculul e exact. Şi totuşi e greşit.

Din faptul că bazinul plin se goleşte prin a 2-a conductă în decurs de 10 ore, nu putem trage concluzia că, din conţinutul bazinului se scurge a 10-a parte într-o oră, deoarece scurgerea are loc cu un nivel de apă ce se schimbă mereu. Deci scurgerea nu este uniformă!

Iar socoteala va fi cu atît mai greşită, dacă scurgerea apei nu începe din bazinul plin!

Probleme de acest fel nu pot fi rezolvate just prin metodele matematicii elementare!

Vasul miraculos

Putem să ne închipuim un vas din care apa se scurge prin-tr-un şuvoi uniform, fără nici o scădere a vitezei, în contradicţie cu cele arătate mai sus? Marele fizici an francez Mariotte a construit un asemenea vas!

37

El a introdus o ţeava de sticlă prin dopul buteliei cu gît strimt, aşa cum vedem în figură.

Dacă deschidem robinetul C, lichidul se va scurge într-un şuvoi uniform pînă ce nivelul apei din vas va scădea la capătul inferior al ţevii.

Dacă împingem ţeava în jos, pînă aproape de nivelul robinetului, se poate face ca lichidul să se scurgă din vas în mod uniform, deşi printr-un şuvoi foarte slab.

Explicaţia acestui fenomen o găsim dacă examinăm cu atenţie ce se întîmplă în vas cînd deschidem robinetul C. Curgînd, fireşte că nivelul apei scade. Atunci, aerul din exterior pătrunde prin ţeava de sticlă sub nivelul apei.

De aci, el se ridică apoi sub forma unor bule la suprafaţa apei, şi se adună în partea superioară a vasului! Pe măsură ce presiunea scade la suprafaţa lichidului — tocmai din cauza coborîrii nivelului său — la fund presiunea creşte, sub influenţa aerului pătruns.

La nivelul B, presiunea este perfect egală cu presiunea aerului din exterior.

Din robinetul C apa se scurge numai sub presiunea stratului de apă B — C, deoarece presiunea aerului din exterior este tot atît de mare ca şi presiunea interioară, calculată pînă la B.

Dacă introducem robinetul prin dopul aflat la B şi lăsăm numai o mică deschizătură, apa nu se mai scurge de loc, de-
Vasul lui Mariotte. în C apa se scurge în mod uniform, în B ea nu se scurge de loc,iar în A aerul exterior pătrunde în vas.

oarece presiunea din interior este egală cu cea din exterior, şi nimic nu forţează apa să se scurgă!
Iar dacă scoatem dopul A, aflat deasupra capătului inferior al ţevii de sticlă, nu numai că apa nu se scurge, dar şi aerul din exterior pătrunde în vas. Aceasta se întîmplă pentru că în această porţiune a lui presiunea internă este mai mică decît presiunea aerului din exterior.


## Capitolul VII

## EMISFERELE DE MAGDEBURG

### Renumita experienţă a primarului din Magdeburg

In oraşul Regensburg din Germana s-au adunat în Dietă, la 8 mai 1654, împăratul şi principii. Multe discuţii privitoare la puterea de stat au avut loc la această adunare, dar amănuntele nu mai interesează astăzi pe nimeni. Ceea ce a rămas însă, ca o realitate vie, este experienţa prezentată de primarul oraşului Magdeburg, Otto von Guericke. Locuitorii oraşului Regensburg, în frunte cu împăratul, au asistat la această demonstraţie. Pe vremea aceea nu se cunoşteau încă proprietăţile aerului şi nu se credea că există vid. Se spunea că natura „are oroare de vid11.
Guericke a construit prima pompă de extras aerul, cu care a executat numeroase experienţe, printre altele şi experienţa cu emisferele de Magdeburg. Iată ce ne spune el însuşi: „Am comandat două emisfere de cupru, cu un diametru aproximativ de 3/4 de cot. Pe una dintre emisfere s-a montat un robinet [sau mai bine zis un ventil, prin care am putut evacua aerul din interiorul sferei), iar la mijlocul fiecăreia am fixat cîte un cîrlig zdravăn de metal, de care am legat două frînghii

Emisferele de Magdeburg.
groase şi hamuri pentru cai. După aceea am comandat un inel de piele pe care l-am îmbibat cu ceară dizolvată în terpentină, pentru elanşare. Am introdus acest inel între emisfere şi am evacuat repede aerul din
ele, cu ajutorul pompei. kg[ de_d1âşare
Emisferele s-au lipit atît de puternic de inelul de piele, că 16 cai (de fiecare parte cîte 8 — n. red.) au tras din răsputeri şi în fine de-abia le-au putut desface. In clipa aceea s-a auzit o pocnitură puternică, de parcă ar fi tras cu tunul! Cînd aerul pătrunse între ele, emisferele se putură separa cu uşurinţâl"
Astfel a demonstrat Guericke presiunea aerului. Este adevărat că Torricelli a arătat încă din 1643 că presiunea aerului poate să ţină în echilibru o coloană de mercur de 76 cm înălţime, şi a reuşit să producă vid, printr-o cunoscută experienţă. Dar pompa de aer a lui Guericke şi emisferele de Magdeburg au avut o importanţă şi mai mare, deoarece au răsturnat în mod definitiv principiul „ororii faţă de vid"! Să calculăm însă de ce a fost nevoie tocmai de cîte 8 cai pentru separarea celor două emisfere cu vid?
Ştim că aerul exercită pe fiecare cm2 o putere de compresiune de 1 kg, şi mai ştim că 0,67 dintr-un cot este egal cu 37'cm! Suprafaţa cercului, avînd acest diametru, este de 1 075 cm2,deci presiunea aerului care apăsa pe fiecare jumătate era de peste 1 000 kg, adică de 1 tonă. Cei 8 cai trebuiau deci să exercite o forţă de 1 tonă pentru a învinge presiunea aerului exterior.

Am putea crede că 8 cai pot trage cu uşurinţă o încărcătură de 1 tonă. Dar cînd caii duc o asemenea încărcătură pe o căruţă, ei nu trebuie să exercite o forţă de 1 tonă, ci trebuie să învingă numai frecarea roţilor cu axele şi cu îmbrăcămintea rutieră.
Aceasta este, la o încărcătură de 1 tonă, numai 50 kg, adică 5% din greutate. De aici rezultă că la o tracţiune cu puterea de 1 tonă corespunde tracţiunea unei căruţe de 20 tone, deoarece 5% din 20 corespunde cu 1 tonă. Iată, dar, ce mare greutate trebuiau să tragă caii primarului de Magdeburg.
Ea corespunde greutăţii unei locomotive cu aburi de tip mai mic, pe care ar fi trebuit aşadar s-o tragă caii! Şi unde mai pui că locomotiva n-ar fi fost pusă pe şine!
Pompa pneumatică a lui Guericke era un dispozitiv foarte rudimentar şi de aceea în emisfere nici nu s-a putut realiza un vid complet, ci numai un spaţiu cu aer rarefiat.
în consecinţă, presiunea aerului exterior nu era de 1 tonă ; presiunea interioară o reducea ! Iar dacă presiunea ar fi fost de 1 tonă — 13 cai trebuiau să tragă ca să desfacă emisferele, fiindcă 1 cal trage la pornire, conform experienţei, cu o putere de 80 kg.
Cum funcţionează un joc de apă?
Toţi admirăm cu bucurie jocurile de apă din parcurile oraşelor, ce clipocesc vioaie, aruneînd în jur puzderie de stropi multicolori. Jocul acesta nu este o invenţie a timpurilor de astăzi. Primul a fost construit în antichitate, de fizicianul Heron din Alexandria, iar azi ele se execută pe baza principiului său.
Observăm că în bazin apa rămîne mereu la acelaşi nivel. Explicaţia acestui fapt este că şuvoiul aruncat în sus menţine o circulaţie permanentă cu bazinul, astfel că jocul de
39
apă se alimentează singur. Bazinul trebuie umplut numai o singură dată.
Cum se desfăşoară acest proces de circulaţie a apei? Fîntîna lui Heron este formată din 3 vase: unul superior,
Fîntîna lui Heron. Apa din bazin se scurge în rezervorul de jos, eva-cuînd aerul de acolo, şi presîndu-1 printr-o ţeava, în rezervorul din mijloc. Presiunea aerului scoate afară apa şi de aici.
Jocul de apă cu alimentare automată. Figura de sus reprezintă o soluţie simplă de montare, fără perforarea vasului.
deschis, care corespunde bazinului, si două vase de formă sferică, închise ermetic.
Cele 3 vase, aşezate aşa cum se vede în figură, sînt legate între ele prin 3 tuburi. s
39
La început, apa se găseşte în rezervorul din mijloc, cel inferior fiind umplut cu aer, iar în cel superior există numai puţină apă.
Apa din bazin se scurge în rezervorul inferior şi, prin greutatea ei, goneşte aerul de acolo, care este presat, prin ţeava respectivă, în rezervorul mijlociu. Dar acum, şi aici creşte presiunea aerului în comparaţie cu presiunea din exterior, astfel că apa este aruncată în sus! Jocul de apă funcţionează perfect.
Aceasta e forma cea mai veche a fîntînii lui Heron, care nu are un circuit perfect închis. Funcţionarea fîntînii încetează atunci cînd sfera din mijloc se goleşte, adică după ce toată apa din ea s-a scurs în sfera inferioară.
Oricine poate instala un asemenea joc de apă cu alimentare automată, folosind modelul din figura alăturată. Legăm două sticle de medicamente printr-un tub de cauciuc, cum ne arată figura. Vasul de sus nu va fi perforat, ci tuburile se vor introduce asa cum se vede alăturat. Cînd apa s-a scurs din vasul mijlociu, inversăm, pur şi simplu, cele două sticle de medicamente, schimbînd, bineînţeles, şi capetele tubului de cauciuc, şi astfel jocul nostru de apă va continua să funcţioneze bine.
La jocurile de apă mari, schimbarea se face în mod automat şi, în afară de aceasta, trebuie să se asigure presiunea suficientă pentru ca şuvoiul de apă să fie aruncat la înălţimea dorită.

Acest lucru se realizează turnînd mercur în butelia inferioară. Cînd apa din bazinul superior ajunge deasupra mercurului, acesta este împins în butelia din mijloc, iar apa de aci e aruncată, prin ţeava, la o mare înălţime, şi anume, de 10 ori mai mare decît în cazul precedent.
Mercurul este de 13 ori şi jumătate mai greu ca apa. Şuvoiul nu ajunge totuşi la înălţimea teoretică, din cauza rezistenţei aerului.
40
15. Un butoiaş de vin ambiţios!
Ghiciţi de ce nu curge vinul prin canaua deschisă a butoiului, cînd el este ermetic închis?
Cana mincinoasă
Pe cînd eram copil, se afla la Budapesta un magazin, denumit Bazarul păcălelilor, în care se puteau cumpăra
Prin această carafă, apa se suge !
fel de fel de obiecte hazlii, pentru scamatorii. Aici se vindeau şi un fel de carafe, care se umpleau cu apă, şi cînd voia cineva să bea din ele, băutura se vărsa pe pieptul celui însetat, iar în gură nu-i ajungea nici un strop! „Secretul" acestei căni nostime erau tăieturile din partea superioară, care aveau aspect decorativ, dar prin care curgea apa.
Cine cunoştea secretul cănii, putea să bea foarte bine din ea! Ii închidea cu un deget orificiul de deasupra, o ridica pînă în dreptul buzelor, şi, fără să o aplece de loc spre el, sorbea uşor lichidul dintr-un alt orificiu, aflat în mînerul cănii, care comunica printr-un canal cu fundul ei. Tot lichidul se putea urca astfel prin mînerul cănii, curgînd afară, fără să se verse nici un strop.
s 40
16. încă o întrebare „setoasă" De ce se varsă lichidul în gura noastră cînd bem?
O călătorie spre centrul pămîntului
Schimbarea de presiune a aerului la suprafaţa pămîntului produce fenomenele curioase descrise mai sus. Să ne gîndim însă cît de mult variază presiunea aerului cînd pătrundem în interiorul pămîntului !...
Jules Verne a descris cu fantezia sa bogată o astfel de călătorie. Eroii romanului, un profesor bătrîn şi discipolul său, au coborît la o adîncime de 48 km sub nivelul solului. Ei nu au simţit nimic neplăcut, în afară de o oarecare durere în Variaţia presiunii în adîncul pămîn- urechi, deşi barometrul tului. arăta o presiune foarte
mare! Aerul avea o densitate remarcabilă, şi sunetul se auzea mult mai puternic. De aceea şi-au pus întrebarea la ce adîncime devine oare aerul la fel de dens ca apa?
Ei ştiau că densitatea aerului la o presiune de o atmosferă este de 0,001293, în timp ce densitatea apei este de 1. Au calculat aşadar de cîte ori este mai mare densitatea apei decît aceea a aerului, adică au împărţit 1 la 0,001293. Rezultatul a fost de aproximativ 770.
Eroii lui Verne au tras de aici concluzia că la o presiune de 770 atmosfere densitatea aerului devine^egală cu cea a apei.
40
Pe unul din eroi îl îrămînta ideea că la o presiune de cîteva mii de atmosfere, aerul ar putea să treacă în stare solidă şi atunci cu siguranţă că nu s-ar mai putea circula, chiar dacă omul ar suporta o presiune atît de mare.
Ce spune fizica la toate acestea?
Multe experienţe demonstrează că presiunea aerului scade dacă ne ridicăm deasupra pămîntului, şi creşte sub nivelul solului. Dar în ce proporţie oare? De exemplu, la ce adîncime trebuie să pătrundem în interiorul pămîntului, pentru ca presiunea aerului să fie cu 1/1 000-a parte mai mare decît cea normală?
Ştim că presiunea normală a aerului menţine în echilibru o coloană de mercur de 760 mm. A mia parte din aceasta înseamnă o coloană de mercur de 0,76 mm înălţime. Cît de

înaltă ar trebui să fie o coloană de aer, de aceeaşi greutate? Evident, ea va trebui să fie de atîtea ori mai mare, de cîte ori aerul este mai uşor faţă de mercur, adică de 10,5 ori. Dar 0,76 X 10,5 fac aproape 8 000 mm, adică 8 m! Trebuie să pătrundem, deci, la 8 m în interiorul pămîntului, pentru ca presiunea să crească cu 1/1000-a parte faţă de cea normală. Măsurătorile au arătat că dacă ne coborîm cu încă 8 m, presiunea aerului creşte cu încă a 1/1000-a parte din presiunea anterioară.

Calculînd, pe baza celor de mai sus, ce presiune a aerului au găsit călătorii lui Jules Verne la o adîncime de 48 km, ajungem la rezultatul că presiunea era de 400 atmosfere! Este cu totul de necrezut că, la o presiune atît de mare, călătorii subterani să fi simţit numai o uşoară durere în urechi!

Omul nu poate rezista decît la presiuni de cel mult 3—4 atmosfere.

Jules Verne nu ia însă în seamă acest lucru, deoarece susţine că eroii săi au pătruns sub pămînt pînă la 120 şi chiar 325 km.

705

Dar să examinăm mai departe peripeţiile eroilor lui Verne. Să vedem la ce adîncime presiunea este de 770 atmosfere, astfel ca aerul să poată atinge densitatea apei? După calculul efectuat conform metodei de mai sus, acest fenomen s-ar produce la o adîncime de 53 km.

Rezultatul este însă greşit: densitatea unui gaz, sub o presiune foarte mare, nu creşte în aceeaşi proporţie cu presiunea. Pe baza unor rezultate experimentale, s-a constatat că presiunea aerului şi densitatea lui variază potrivit tabelei de mai jos:

| Presiune | Densitate |
|---|---|
| 200 atmosfere | 0,190 |
| 400 | 0,315 |
| 600 „ | 0,387 |
| 1500 „ | 0,513 |
| 1800 „ | 0,540 |
| 2100 „ | 0,564 |

„Savantul" lui Jules Verne s-ar fi căznit mult şi bine să ajungă la o adîncime unde aerul să aibă o densitate mai mare decît apa, deoarece aceasta s-ar fi întîmplat numai la 3 000 atmosfere. Iar pentru ca aerul să treacă în stare solidă, este nevoie nu numai de o presiune uriaşă, ci şi de o răcire extrem de mare. Trebuie să răcim aerul sub — 146°C, pentru ca el să se poată solidifica la acea presiune.

Fireşte însă că Jules Verne nu putea să raţioneze în acest fel, deoarece romanul său a apărut mult înainte de a se fi cunoscut aceste adevăruri.

Şi acum, să călătorim prin aer!

Nimeni n-a pătruns încă la o adîncime mai mare de 2 km în interiorul pămîntului, iar instrumentele speciale de foraj nu au depăşit adîncimea de 7 km, deşi raza pămîntului este de 6 400 km. Deasupra solului, cercetători curajoşi s-au ridi-

41

cat însă pînă la 22 km. De aceea, să ne punem întrebarea următoare: cum variază presiunea aerului la înălţimi atît de mari? Această variaţie este similară cu cea constatată în interiorul pămîntului, cu deosebirea că, atunci cînd ne

16 m ■ 759.24-^&-
*758.48076mm

8nr> « ■760-^-=,759.24 mm

Variaţia presiunii în atmosferă.

ridicăm în aer, presiunea nu creşte, ci scade. Se poate preciza — dacă nu ţinem seama de variaţia temperaturii aerului — că la o urcare de 8 m, presiunea aerului scade cu a mia parte din valoarea anterioară.
Deasupra atmosferei, adică la o înălţime de peste 10 km, se află un strat denumit stratosfera. începînd cu sfîrşitul secolului trecut, numeroşi savanţi curajoşi, care îşi jertfeau adesea viaţa, au examinat proprietăţile stratosferei. Mai tîrziu s-a reuşit să se construiască instrumente care puteau înregistra în mod automat temperatura şi presiunea aerului la înălţimi şi mai mari.
S-a constatat anume că, la o înălţime de 19 km, presiunea aerului este de 55 mrn, iar la 22 km, de 45 mm — deşi, potrivit calculelor de mai sus, ea trebuia să fie la o înălţime de 19 km, de 72 mm, iar la 22 km, de 50 mm.
Diferenţa provine din faptul că temperatura aerului scade cu 6,5°C la fiecare km, pînă la o înălţime de 11 km — unde temperatura ajunge la —56°C. După aceea, temperatura rămîne neschimbată pe o porţiune însemnată.
42
17. Stiloul nu suportă înălţimile!
Cunoscutul poet Petofi ne arată într-o poezie că actorul Megyeri Karoly a sărit atît de mult cu o sticlă de cerneală în buzunar, încît aceasta s-a vărsat, pătînd singura haină, galbenă, a bietului actor ambulant.
Şi pasagerii mijloacelor moderne de comunicaţie riscă acelaşi lucru, fără să facă salturi! E de ajuns să aibă un stilou plin cu cerneală, în buzunar, în timp ce zboară cu avionul.
Spuneţi: de ce se varsă stiloul?
O ciocnire groaznică între vapoare
în toamna anului 1912, cel mai mare vapor de pe vremea aceea — transatlanticul „Olympic" — naviga în largul oceanului. Alături de el, la o distanţă de numai cîteva sute de metri, înainta cu mare viteză un vapor mult mai mic, crucişătorul „HawkCi.
Deodată, s-a întîmplat ceva neaşteptat: crucişătorul a deviat brusc din calea sa, ca şi cum s-ar fi supus unei puteri nevăzute, şi-a îndreptat prova spre marele transatlantic şi s-a ciocnit cu el într-un unghi drept! Cu toate sforţările depuse de timonier, prova crucişătorului a pătruns adînc în „Olympic". Ciocnirea a fost atît de puternică, încît crucişătorul „Hawk" a făcut o gaură mare în peretele lateral al transatlanticului.
Tribunalul maritim a dezbătut acest caz neobişnuit. A fost declarat vinovat căpitanul „Olympicului", pentru că — după părerea judecătorilor — el nu a luat nici un fel de măsuri să lase să treacă crucişătorul „Hawk", care se îndrepta cu toată viteza în direcţia transversală.
Hotărîrea judecătorească nu a fost însă justă, deoarece nu fusese vorba, pur şi simplu, de neglijenţa căpitanului, ci de o circumstanţă cu totul de neprevăzut: atracţia reciprocă a navelor! Ea a fost aceea care a provocat accidentul!
42
Cum se poate explica această atracţie? Cel care bănuieşte
că este vorba de atracţia generală a maselor ar greşi profund, fiindcă — după cum am văzut — această atracţie este extrem
înguste şi exercită aci o
presiune mai redusă asupra pereţilor conductei decît în locurile mai late, unde curge mai încet, dar presează mai puternic asupra pereţilor. Acest fenomen se cheamă principiul lui Bernoulli.
Acelaşi lucru este valabil şi pentru gaze. Dacă suflăm, de exemplu, aer, printr-un tub ascuţit, presiunea poate scădea atît de mult la îngustare, încît aerul să exercite acolo un adevărat efect aspirator. Pe acest principiu se bazează funcţionarea carburatorului folosit la automobile. Cînd suflăm în cotul care se vede în figură, presiunea aerului scade în vîrful tubuleţului b, iar presiunea exterioară împinge lichidul din rezervor şi acesta se

urcă în ţeava. Cînd iese din ţeava, lichidul ajunge în curentul de aer suflat şi se pulverizează.
Trebuie amintit că acest aparat, folosit în lumea întreagă, a fost inventat de inginerul maghiar D. Banky.
Pe baza celor expuse aci, vom putea înţelege şi atracţia navelor. Cînd două vapoare navighează paralel, între ele se formează un canal. Dar în timp ce la canalele obişnuite pereţii sînt ficşi şi apa se mişcă, aici se întîmplă invers: apa rămîne
de redusă la obiectele pă-mînteşti. Explicaţia fenomenului o pot da însă legile lichidelor care circulă prin tuburi sau conducte. Şi anume, în cazul cînd un lichid circulă printr-o conductă care nu are o secţiune uniformă, lichidul curge mai repede în părţile mai
Funcţionarea carburatorului.
Amestecul exphziv

nemişcată şi pereţii se deplasează. Acţiunea forţei este insă aceeaşi. In porţiunile mai înguste ale canalului mobil, apa exercită o presiune mai mică decît în spaţiul dinafară navelor, adică apa presează mai puţin asupra pereţilor alăturaţi ai navelor, decît asupra pereţilor exteriori. Astfel, navele sînt
Navele se ciocnesc din cauza presiunii apei din exterior.
atrase prin presiunea apei din exterior, care caută să le apropie. Bineînţeles că vaporul mai mic se deplasează, în timp ce vaporul mai mare rămîne aproape nemişcat.
Această forţă de atracţie depinde într-o foarte mare măsură şi de viteza navelor. Datorită ei se pot întîmpla accidente, dar numai cînd navele circulă cu viteze mari.
0 astfel de atracţie se poate constata nu numai pe mare. Curentul produs de vapoarele rapide este periculos chiar pentru cei care înoată, sau vîslesc, pe Dunăre ! Cine a avut ocazia să înoate sau să meargă cu barca pe Dunăre, a simţit cum vapoarele ce se deplasează cu viteză mare atrag barca sau corpul omenesc. Şi această atracţie poate deveni foarte periculoasă, dacă omul se apropie prea mult de vapor. Deci, înotători şi vîslaşi, fiţi cu băgare de seamă '
no
Fenomenul descris mai sus are loc însă şi.pe uscat.
Trenul care goneşte cu viteză mare atrage pe cel ce stă în apropierea sa tot în baza aceluiaşi principiu. Un tren care merge cu o viteză de 50 km pe oră atrage un om cu o forţă de aproximativ 8 kg. Aşadar, atenţie şi cînd vine trenul!

## Cîteva cuvinte despre vîrtejuri

Care este explicaţia valurilor ce pornesc de la prova vapoarelor, cînd ele înaintează spintecînd o apă liniştită? De ce fîlfîie steagul în vînt? De ce
Lichidul nu circulă aşa
..ci aşa !
se depune nisipul în formă de valuri pe malulmării? De ce se îngrămădeşte fumul cînd iese din coşul fabricilor?
Am putea continua încă mult timp cu întrebările. Legile cu privire la circulaţia lichidelor şi gazelor, pe care le-am cunoscut pînă acum, nu ne vor da nici un răspuns. Pentru a putea lămuri aceste probleme şi altele asemănătoare, trebuie neapărat să facem cunoştinţă cu încă o proprietate a circulaţiei lichidelor şi a gazelor, şi anume, cu formarea vîrtejurilor.
Să ne închipuim că circulaţia lichidelor într-un canal se face în modul cel mai simplu, adică fiecare părticică se deplasează paralel cu pereţii conductei, deşi asta se întîmplă extrem de rar. în general, particulele lichidului se mişcă nu numai de-a lungul conductei, ci se şi rotesc, pe lîngă pereţi, formînd asa-numitele „vîrtejuri".
Vîrtejurile devin perfect vizibile dacă presarăm praf de aluminiu în lichidul care curge printr-un tub de sticlă. Vîrtejurile care pornesc de la pereţii tubului spre interiorul lui
Ut

apar foarte clar. Mişcarea de turbionare a lichidelor se poate valorifica. Ea se utilizează, de pildă, la construirea antrepozitelor şi a instalaţiilor frigorifere.
Principiul acestor instalaţii se bazează pe circulaţia unui lichid printr-un sistem de conducte, ai căror pereţi sînt puternic răciţi din exterior. Lichidul se răceşte cu atît mai puternic, cu cît sînt mai numeroase particulele sale care vin în contact cu pereţii răciţi. în acest caz, particulele lichidului lovesc, rînd pe rînd, pereţii conductei, ca şi cum cineva le-ar tulbura liniştea amestecîndu-le fără încetare.
Şi sîngele face o asemenea mişcare de turbionare în venele noastre, pentru a-şi putea îndeplini mai bine diferitele sale funcţiuni.
Răspuns la întrebările anterioare
în albiile fluviilor se formează vîrtejuri, la fel ca şi în conducte. Particulele apelor curgătoare nu se mişcă numai în direcţia curentului apei,ci şi transversal. In albie se formează vîrtejuri, care antrenează nisipul fin şi uşor formînd „valurile" de nisip. Şi marea depune nisipul sub forma unor valuri, pe care le putem vedea pe plajă.
Dar vîrtejurile nu se formează numai în lichide, ci şi în aer. Aceste vîrtejuri antrenează praful de pe sol. Cînd aerul formează curenţi deasupra apei, presiunea aerului de-a lungul vîrtejurilor nu este uniformă: în unele locuri e mai mare, iar în altele mai mică. Unde presiunea este mai mică, apa se ridică în sus şi formează valuri. Aşa iau naştere valurile lacurilor şi mărilor.
în deserturile nisipoase se întîmplă la fel: nisipul fin se ridică acolo unde presiunea aerului este mai redusă, dînd naştere valurilor de nisip.
Steagul fîlfîie uşor sub efectul vîrtejurilor din aer. Mătasea steagului este antrenată, cînd dintr-o parte, cînd din cea
44
laltă, de vîrtejuri, care îşi schimbă mereu locul şi care o forţează astfel să facă mişcările de şerpuire, binecunoscute.
Tot vîrtejurile provoacă şi îngrămădirea fumului care iese din coşurile fabricilor.
avea numai asemenea efecte
mărunte ca, de pildă, fîl- Valurile de nisip pe fundul mării, fîitul steagurilor! De-a lungul vîrtejurilor se manifestă adesea forţe uriaşe, care pot provoca distrugeri mari. Citim uneori despre furtuni distrugătoare, uragane care smulg copaci sau acoperişuri de case!
Cînd se formează deasupra acoperişului un vîrtej puternic de aer, presiunea scade. Dar presiunea de sub acoperiş rămînînd mai ridicată, diferenţa de presiune ridică acoperişul. Dacă ţiglele nu sînt fixate destul de puternic de şarpantă, furtuna le aruncă jos.
Tot acesta este şi motivul pentru care se sparg cîteodată geamurile, cînd e furtună mare. Presiunea interioară e de vină, nu cea dinafară.
Cercetarea turbionarii gazelor şi lichidelor este unul din capitolele cele mai complicate ale fizicii şi un domeniu care nici pe departe nu este explorat. In această ramură dificilă şi complicată a ştiinţei, o deosebit de valoroasă contribuţie a adus marele fizician maghiar, Karman Todor.
Dar să nu vă închipuiţi că vîrtejurile din aer pot
Produsele rezultate din ardere capătă în coş o mişcare de turbionare,care continuă şi după ieşirea din coş.
8
Capitolul VIU
CĂLDURA
De ce răcoreşte ventilatorul?
Un tînăr funcţionar al întreprinderii pentru depozitarea şi desfacerea motoarelor electrice lucra împreună cu alţi trei colegi într-un birou elegant şi încăpător. întreg oraşul se încinsese ca un cuptor, sub căldura caniculară de iulie.

Termometrul din cameră arăta 28°C. Cei patru tovarăşi de muncă sufereau îngrozitor încă de dimineaţă. Căldura insuportabilă îi făcea să transpire într-una. La fel se „coceau" şi cei din birourile vecine!

Deodată intră magazionerul depozitului şi puse pe cîte o masă din fiecare birou un ventilator.

Petne Kovâcs regretă că ventilatorul răcoritor nu a fost aşezat chiar pe biroul său. „Ne-a lucrat!" se gîndiră şi ceilalţi doi colegi.

Aşa să fi fost? Erau ei cu ceva în pierdere?

Cum răcoreşte ventilatorul? E limpede, de la prima vedere, că el pune în mişcare aerul din jurul său, dar acest fenomen în sine nu explică pe deplin efectul răcoritor.

Temperatura aerului camerei este doar — aşa s-ar putea crede — pretutindeni aceeaşi. Acest lucru ar fi în totul adevărat, dacă în cameră
114 nu s-ar afla şi oameni. Corpul omenesc funcţionează însă ca o sobă, avînd 36—37°C. El încălzeşte la aceeaşi temperatură şi aerul cu care vine în contact direct. Fiind mai uşor, aerul cald se ridică încet şi se lipeşte pur şi simplu de corpul omenesc. Ventilatorul rupe acest înveliş de aer de pe corpul încălzit şi astfel aerul mai rece din cameră poate veni în contact cu pielea. Cîtă vreme încălzeşte aerul proaspăt care a venit în contact cu el, corpul însuşi se răceşte — chiar într-o măsură cît de mică.

Dar mai contribuie ceva la mărirea efectului răcoritor: prin pielea noastră se evaporează în permanenţă — chiar cînd aerul e rece — umiditatea corpului. Pentru evaporare este nevoie de căldură. Aceasta provine din corpul nostru şi din straturile de aer cu care el a venit în contact.

Cînd aerul stă nemişcat, evaporarea se produce lent, deoarece stratul de aer lipit de piele se saturează repede cu vapori de apă şi evaporarea încetează în aerul saturat cu umiditate!

Dar dacă aerul este în mişcare şi pielea vine în contact cu straturi mereu noi de aer, evaporarea se accelerează şi devine continuă. Aceasta înseamnă că se produc pierderi mari de căldură, furnizată de corpul nostru.

Petre Kovâcs a simţit şi el, după puţin timp, că bănuiala i-a fost neîntemeiată: ventilatorul a pus în mişcare şi aerul cald ce-i învăluia corpul, răcorindu-1 şi pe el.

## 18. Cum să ne îmbrăcăm iarna?

Asta nu mai trebuie s-o ghiciţi, că toată lumea ştie! De ce ne încălzeşte mai bine un pantof larg decît unul strîmt?

De ce este timpul mai „răcoros" cînd suflă vîntul?

Constatăm foarte des, iarna, că ne este mult mai frig cînd bate vîntul, decît atunci cînd nu suflă nici un pic de vînt. Dar nu oricine ştie că termometrul nu arată această diferenţă !

S

45

Dacă ne gîndim puţin la istorioara de mai sus, ne voni putea explica de ce vietăţilor li se pare timpul mai rece cînd suflă vîntul. deşi termometrul, obiectiv, nu justifică acest fenomen!

Faţa, şi în general corpul, încălzeşte aerul care vine în contact cu el şi degajează astfel căldură.

Cînd nu suflă vîntul, acest strat de aer încălzit, care învăluie corpul, se amestecă foarte încet cu aerul proaspăt. Schimbul se accelerează cînd bate vîntul. Cu cît el bate mai puternic, cu atît mai mare va fi masa de aer care vine în contact cu pielea, şi cu atît mai multă va fi căldura degajată de corp.

Răcirea corpului se mai accentuează şi prin faptul că prin pielea noastră se evaporează mereu vapori de apă, chiar şi pe timp rece, iar evaporarea este însoţită — cum s-a mai arătat — de pierderi de căldură.

Din cele de mai sus rezultă că răcorirea depinde atît de viteza vîntului, cît şi de temperatura aerului. In legătură cu aceasta, s-au făcut măsurători foarte interesante: s-a stabilit, de pildă, că atunci cînd temperatura aerului este de 4°C, căldura corpului nostru este de 31°C, dacă vîntul nu suflă. La un vînt care suflă cu o viteză de 2 m pe secundă, pielea se răceşte cu 7°C, deşi este vorba numai de o briză uşoară, la care aproape nici nu fîlfîie drapelul, iar frunzele copacilor abia se mişcă.

Dacă ar fîlfîi drapelul, deci dacă vîntul ar avea o viteză de 6 m pe secundă, pielea noastră s-ar răci la 22°C, adică temperatura ei ar scădea cu 9°C.

Cît de frig ne este, deci, într-o zi de iarnă, depinde nu numai de temperatura aerului, ci şi de viteza vîntului. E greu să ne închipuim cum pot suporta oamenii gerurile de — 40 ... — 50°C, atît de frecvente în Siberia orientală! Explicaţia este totuşi simplă: Siberia orientală, mai ales iarna, este aproape complet lipsită de vînturi.

46

Suflul dogoritor al deşertului

Din cele două fenomene anterioare am putea trage concluzia că vîntul răcoreşte corpul în toate cazurile. Asta ar fi o concluzie prematură. Oare vîntul din deşertul dogoritor îl răcoreşte pe călătorul arab? Nici gînd! Dimpotrivă. De aceea, chiar i se spune în unele romane: „suflul dogoritor" al deşertului. N

Explicaţia acestei contradicţii aparente este că aerul din zonele tropicale e în general mai cald decît corpul nostru. Acolo nu corpul îşi transmite căldura aerului înconjurător, ci in-

Locuitorii deşertului se apără împo-

01 • c triva „suflului dogoritor" învelin-

mul nu simte elec- . " , _ * p .

du-se in halate albe. Negru axn-tul răcoritor al vîntului, canij care trăiesc în regiuni lipsite

ci, din contră, simte o ză- de vînturi, umblă goi, ca să li se

puşeală şi mai mare. Cu evapore umezeala prin piele.

cît o masă mai mare de aer

vine în contact cu corpul, cu atît mai mult resimţim căldura. Este adevărat că atunci cînd suflă vîntul, evaporarea se accentuează, dar atunci corpul se răcoreşte mult mai puţin decît îl pot încălzi masele noi de aer.

Locuitorii deserturilor, de pildă beduinii, îşi învelesc din această cauză întreg corpul, din creştetul capului pînă în vîrful picioarelor, cu diferite halate, pentru a se apăra împotriva vînturilor dogoritoare, atît de frecvente acolo.

In regiuni tot atît de calde, sau mai calde, dar lipsite de vînt, negrii africani umblă însă în pielea goală!

46

19. Răspundeţi cum trebuie la întrebarea basmului popular!

♦

In locul unei întrebări „cu tîlc", vom cita o zicală dintr-un basm popular: „omul este fiinţa cea mai ciudată, deoarece poate sufla şi cald şi rece — din aceeaşi gură!"

Noi cunoaştem însă explicaţia ştiinţifică a acestui fenomen, nu-i aşa?

Urciorul-răcitor!

în dimineţile duminicilor calde de iulie, oamenii muncii din oraşe se îndreaptă, grupuri-grupuri, spre fluviul apropiat, pentru a se înviora, înotînd sau vîslind. Raniţele sînt aşezate în barcă.

Dar ce se va întîmpla cînd, după o masă copioasă, vîslitorul însetat ar vrea să bea apă rece? Nici o grijă! în cutia din vîrful bărcii el va găsi urciorul nesmălţuit, care păstrează rece apa de băut, chiar pe căldurile cele mai mari. Şi seceră-torii îşi păstrează apa de băut în asemenea urcioare. Care să fie „secretul" acestor vase de lut ars, nesmălţuit? într-adevăr, smalţul acela strălucitor lipseşte de pe ele. Şi nu întîmplător! Pereţii urciorului sînt ciuruiţi de milioane şi milioane de găurele mărunte.

Aceste găurele, care nu se văd cu ochiul liber, nu trebuie astupate cu smalţ, deoarece tocmai ele ţin apa din urcior mai rece decît atmosfera înconjurătoare. Lichidul tre
Apa transpiră prin porii mărunţi ai pereţilor urciorului nesmălţuit, se.evaporă în exterior şi absoarbe astfel căldura vasului şi a conţinutului.
47
ce prin aceşti pori şi se evaporează, după ce a absorbit căldura vasului şi a conţinutului.
Să nu vă închipuiţi că apa din urciorul de pămînt se răceşte prea mult!
Gradul de răcire depinde de vreme: cînd bate vîntul, sau cînd timpul e mai uscat, evaporarea este mai puternică decît atunci cînd vîntul nu suflă, sau cînd aerul este încăr-cat cu vapori!
Putem să calculăm, dacă vrem, cu cît se răceşte apa dintr-un urcior de pămînt de 5 litri, în timp ce se evaporează din el 1 decilitru de apă. Pentru evaporarea unui litru de apă de 33° C este nevoie de circa 580 calorii; dacă s-a evaporat 1 decilitru, a fost nevoie de 58 de calorii.
Dacă toată această cantitate de căldură ar fi provenit din apă, temperatura apei ar fi scăzut cu 58/5, adică aproximativ cu 12°. Dar cea mai mare parte a căldurii necesare evaporării apei a fost dăruită de pereţii urciorului şi de aerul înconjurător.
Pe de altă parte, aerul cald care vine în contact cu pereţii urciorului încălzeşte şi el apa, într-o măsură oarecare, aşa că pînă în cele din urmă răcirea efectivă nu reprezintă nici jumătate din valoarea temperaturii obişnuite.
Nu e greu de spus unde se răceşte mai tare urciorul: la soare sau la umbră? La soare, evaporarea este mai puternică, dar şi absorbţia de căldură este mai accentuată! Aşadar, răcirea se face mai bine dacă ţinem urciorul într-un loc umbrit, unde există un curent de aer.
Un răcitor fără gheaţă
Orăşeanul nu găseşte nimic extraordinar în acest titlu. El cunoaşte foarte bine şi răcitoarele cu gaze şi pe cele electrice. Nici acestea nu conţin gheaţă, dar nu despre ele vrem să vorbim aici.
47
Răcitorul nostru se bazează pe fenomenele cunoscute şi se poate confecţiona uşor în casă. El este format dintr-o ladă de scînduri cu rafturi, pe care se aşază alimentele ce trebuie răcite. Deasupra lăzii punem o tavă plină cu apă rece şi curată, în care muiem nişte fîşii de pînză.
Fîşiile atîrnă de-a lungul peretelui din spate al lăzii şi intră cu capătul lor de jos într-un alt vas, aşezat sub ladă. Ele se îmbibă puternic cu apă şi aceasta se evaporă Lîn [permanenţă, deoarece pînza suge mereu din tavă alte cantităţi.
Căldura necesară evaporării este absorbită din interiorul lăzii, şi astfel, alimentele aflate acolo se răcesc.
„Răcitorul" nostru trebuie aşezat într-un loc răcoros din casă, iar apa trebuie schimbată în fiecare seară, pentru ca el să funcţioneze bine şi în timpul nopţii.
Evaporarea apei dinfîşiile de pînză muiate la un capăt în apă, pune în funcţiune „răcitorul" fără gheaţă!
Oameni închişi în cuptoare
Vara, ne trezim de multe ori oftînd: „Uff! Ce căldură insuportabilă!" Şi cu toate acestea, termometrul nu arată la umbră decît 30 sau 40°C
Ori omul suportă călduri mult mai mari, fără să-şi dăuneze sănătăţii. Se ştie că există regiuni cu o climă mult mai caldă decît în patria noastră, unde avem o zonă temperată.
47
în Australia centrală, de pildă, termometrul arată, în mod obişnuit, vara 46°C, deşi s-au înregistrat şi temperaturi de 55°C. Temperatura cea mai ridicată de pe pămînt a fost măsurată în California, în aşa numita „Valea morţii" — 57°C. Şi totuşi, în toate aceste ţinuturi trăiesc oameni care muncesc !

Aceste temperaturi au fost luate la umbră. Nici nu ar avea rost să aşezăm termometrul la soare, deoarece temperatura astfel înregistrată nu ne-ar servi drept orientare pentru temperatura aerului înconjurător.
încercaţi, numai, şi puneţi afară, la soare, termometrul de cameră. în timp ce înăuntru sau în orice alt loc umbrit, el ne arată, după 5 — 10 minute, gradul de căldură al mediului înconjurător, oprindu-se la diviziunea respectivă — pus la soare, chiar de l-am privi un ceas, el ne va arăta temperaturi mereu mai ridicate şi inconstante. Aceasta, deoarece căldura solară ajunge pe pămînt prin radiaţie, fără să încălzească stratul de aer intermediar.
Căldura radiată încălzeşte pămîntul, care transmite apoi căldura sa stratului de aer cu .care vine în contact. Soarele încălzeşte cu razele sale termometrul, la fel cum încălzeşte şi pămîntul, care este tot un corp solid.
Dar corpul omenesc e în stare să suporte nu numai tem -peratura, relativ redusă, pe care o produce soarele. S-au făcut încercări pentru a stabili ce anume temperatură suportă el. S-a dovedit, astfel, că la o încălzire foarte înceată, organismul nostru poate suporta chiar 160°C într-o atmosferă uscată.
Doi fizicieni englezi au stat timp de mai multe ore într-un cuptor încălzit la această temperatură, şi n-au păţit nimic. „Putem să fierbem ouă şi să frigem carne în aerul încăperii în care stăm, fără să ne punem sănătatea în primejdie!" a remarcat, în legătură cu aceasta, renumitul fizician englez Tyndall.
48
Unii ar putea să creadă ca putem încălzi corpul omenesc la 160°C fără să dăunăm cu nimic sănătăţii sale! Dar nu e chiar aşa! Temperatura corpului nostru, cît stăm în cuptorul încins, rămîne aproximativ cea normală şi nu împrumută temperatura acestuia.
Organismul luptă atunci foarte activ împotriva încălzirii, degajînd cantităţi mari de sudoa-re, iar evaporarea transpiraţiei absoarbe însemnate cantităţi de căldură din stratul de aer care vine în contact cu pielea, reducînd astfel în mod corespunzător temperatura ei.
Dacă cineva ar vrea, eventual, să repete încercarea, îi recomandăm să aibă grijă să nu se atingă cumva direct cu sursa de căldură, iar aerul să fie uscat!

## De ce e coşul fabricii aşa înalt?

Cine ar crede că un coş înalt de fabrică are rolul sticlei de la lampa cu petrol? Cei mai mulţi gîndesc că sticla are rostul să apere flacăra împotriva vîntului, deşi acesta e numai rolul secundar al sticlei. Să privim mai îndeaproape ce se întîmplă aici.
Sticla de lampă delimitează în jurul flăcării o coloană de aer, care se încălzeşte mult mai repede decît aerul din exterior. Aerul încălzit devine mai uşor şi se ridică. Putem observa, de asemenea, că suportul fitilului este prevăzut cu tăieturi. Prin acestea pătrunde în permanenţă aer proaspăt sub sticlă, ocupînd locul aerului încălzit, care s-a ridicat. Astfel, de-a lungul ei se produce un curent permanent de aer, de jos în sus.
Acest curent de aer are un dublu rol: el antrenează, din apropierea flăcării, produsele de ardere şi furnizează totodată oxigen proaspăt pentru alimentarea combustiunii şi deci pentru accelerarea ei.
Coşul de fabrică are acelaşi rol. Cu cît coloana de aer care învăluie flacăra este mai înaltă, cu atît mai mare este
48
diferenţa de greutate între aerul încălzit şi cel rece, şi deci cu atît mai puternic devine curentul de aer, cu atît mai vie arderea. Leonardo da Vinci, genialul naturalist şi artist din secolul al XV-lea, a folosit pentru prima oară un cilindru protector la lampa sa. Intre manuscrise i s-a găsit următoarea notiţă: „unde este foc, se produce un curent de aer. Acesta menţine şi aţîţă focul".
Leonardo da Vinci şi-a înconjurat însă lampa cu un tub metalic, nu cu o sticlă, şi au trecut încă trei secole pînă cînd tubul a fost înlocuit printr-un cilindru de sticlă.

Sticla de lampă a parcurs un drum lung, pînă să ajungă la forma actuală. Generaţii întregi au contribuit la perfecţionarea ei. Cu mii de ani în urmă nu se cunoştea decît feştila opaiţului! Nici vorbă de tuburi protectoare sau de sticle! Din cele expuse rezultă că flacăra arde mai viu atunci cînd primeşte aer proaspăt. De ce stingem, totuşi, lampa de petrol, suflînd în ea prin gîtul de sus al sticlei? Flacăra este înconjurată, în timpul arderii, de
produsele de ardere: bioxid de carbon şi vapori de apă. Fiind materii neinflamabile, dacă acestea ar rămîne în apropierea flăcării şi ar învălui-o, ar împiedica orice contact al ei cu oxigenul din aer şi atunci flacăra s-ar stinge de la sine.
Cînd suflăm, deci, de sus în lampă, împingem produsele neinflamabile spre flacără, şi de aceea ea se stinge.
La coşul fabricii, ca şi la sticla de lampă, curentul de aer, care merge de jos în sus, accelerează arderea: el antrenează produsele de ardere şi furnizează în acelaşi timp oxigen proaspăt pentru alimentarea combustiunii.
Cum se explică, dar, că flacăra luminării, care nu este înconjurată de nici un cilindru protector, se stinge imediat ce suflăm peste ea?
Asta e o problemă nouă, despre care nu am vorbit pînă acum. Pentru ardere, nu avem nevoie numai de oxigen, ci şi de o anumită temperatură, mai ridicată, pe care o numim temperatura de aprindere a materialelor. Fosforul, de pildă, are o temperatură de aprindere atît de joasă, încît el ia foc chiar prin simpla frecare.
Cînd facem focul, ne folosim de această lege, aşezînd materialele în ordinea temperaturii lor de aprindere: jos de tot se pune hîrtia, apoi lemnul de brad, lemnul de esenţă tare, şi, în sfîrşit, cărbunii.
Fireşte că şi luminarea nu arde decît atunci cînd materialul ei se încălzeşte la temperatura de aprindere. Cînd suflăm peste ea, sau cînd bate vîntul, luminarea se răceşte sub temperatura ei de aprindere şi se stinge.
20. Puteţi explica? De ce folosim apa, pentru a stinge focul?
Focul care stinge un incendiu!
Scriitorul sovietic Sişkov descrie cu mult talent într-unui din marile sale romane sociale — „Fluviul încruntat" — un incendiu uriaş din taiga. Deosebit de interesant în această descriere este că el se stinge tot prin foc!
Ascultaţi cum povesteşte Sişkov evenimentul:
„Prin bezna nopţii, vîntul suflă puternic. Turnul de observaţie scîrţîie, legănîndu-şi vîrful. Konstantin Farkov deschide ochii mari, scrutînd cu atenţie depărtările.
Dar ele sînt misterioase şi de nepătruns chiar pentru un locuitor rutinat din taiga.
49
„Arde!" spuse deodată Farkov. Mai întîi, ca şi cum s-a? fi aprins undeva un chibrit, o flacără firavă se prelinse în întuneric, licări şi se stinse. „Mi s-a părut..." gîndi Farkov.
Nu! Acolo, în depărtare, cineva vrea să-şi aprindă din nou o ţigare!
Dar nu e numai unul, sînt mai mulţi. S-au aprins două chibrite şi — puţin mai tîrziu — un alt treilea!
Farkov îndreaptă binoclul spre flăcări. „Un incendiu!"spuse el acum, ho târî t, şi se gîndi numaidecît ce să facă...
Chibriturile nu se mai sting, flăcările aleargă de colo pînă colo, se agaţă una de alta şi încep o horă veselă.
Poate să fie la vreo 2fi de verste, dar poate să fie şi la 40, sau chiar la 100! De aici nu se poate spune nimic precis...
... S-au luminat zările. De pe turn se văd acum bine nori groşi de fum ce se adună mereu deasupra locului unde este incendiul. Parcă mii şi mii de ţigani s-ar fi adunat în jurul unui foc şi ar scoate fum din pipe!
Aerul se umple mereu cu fum. Cerul se face albastru—vî-năt, apoi tulbure, parcă prevestitor de nenorociri...

Vîntul sufla cu încapăţînare, aducînd pe aripile sale un miros de lucruri arse. Taigaua făcea valuri leneşe, cu zgomote surde. I se schimbase înfăţişarea. Copacii şuşoteau între ei, întristaţi şi misterioşi, păsările zburau speriate pe Ungă turn, câutînd să ajungă pe partea cealaltă a fluviului.

Prohor îşi simţi şi el inima strînsă de spaimă. Se urcă în turn, Ungă Farkov.

Vîntul se înteţise şi mai mult. Turnul scîrţîia din toate încheieturile şi vîrful i se clătina zdravăn. Farkov simţi că ameţeşte. Ochiul lui nu mai putea găsi nicăieri stelele serii, care sclipeau atît de frumos altădată.

— Ce facem? întrebă Prohor.

Farkov privi spre flăcările din depărtare şi răspunse:

— Trebuie să facem ceva, Prohor Petrovici!

— Ceva? Dar ce? Să săpăm un şanţ?

50

— Nu cred să mai ajute şanţul aici. Dacă se răspîndeşle atît de puternic, poate că ar trebui să aprindem un contra-foc.

— Contra-foc? Asta ce mai e? Nu înţeleg!

Farkov se aşeză pe podea şi începu o explicaţie destul de lungă asupra metodelor de a stinge incendiile în taiga.

— Dacă pierzi momentul, totul s-a terminat! îi mai spuse el lui Prohor, scoţînd fumuri dese din pipă.

Din turn începură ordinele telefonice, străpungînd noaptea în toate direcţiile. Şi toate comenzile aveau acelaşi conţinut: „Trimiteţi aici 300 de tăietori de lemne şi săpători, ca să lupte împotriva incendiului, să facă o rarişte lată, să sape un şanţ..."

Peste 4000 de bărbaţi, femei şi copii se rostogoleau ca un fluviu, în taiga. Cei mai iuţi ajunseră la rariştea lui Farkov în trei ceasuri. Dar şi ceilalţi ajunseră, în patru.

încă nu se crăpase de ziuă şi lumina focului, puternică, pătrundea pînă aici, valuri-valuri...

Rar iş tea lui Farkov era la o distanţă de 12 verste de la reşedinţă, iar incendiul se vedea şi mai departe de acolo, la încă cel puţin 3 verste.

Pericolul era deci mai departe decît credeau. Şi credeau aşa din pricina turnului ăstuia, înalt de 40 de stînjeni! Din vîrful lui, li se părea că flăcările le-au şi aprins călcîiele, deşi, în realitate, focul era la peste 15 verste de turn...

— Rariştea mea e lată de 10 stînjeni, şi în unele locuri are chiar mai mult! îi spuse bătrînul şi gîrbovitul Farkov lui Prohor.

— La o depărtare de 5 verste totul a fost tăiat, uite colo! Vezi? Ei, acum trebuie să prelungim rariştea pe o distanţă de încă 20 de verste, în direcţia cealaltă... înţelegi? Cînd am terminat cu asta, aprindem noi un foc, pornind de la rariştea noastră, şi mergînd împotriva incendiului. Asta e contra-focul, pricepi? Şi cînd cele două incendii din pădure — al nostru şi-al cui l-a aprins pe-ălălalt — se întîlnesc, s-a isprăvit cu ele! Cu amîndouă! Că nu mai au ce să mistuie şi se-nghit unul pe altul... Hai, du-te liniştit şi te culcă!...

50

Zorile se iveau încet. Rar iş tea creştea văzînd cu ochii. In marginea ei, oamenii adunaseră grămezi mari de lemn uscat şi de crengi. Vîntul sufla tot mai puternic.

— E momentul să-i dăm foc! strigă Farkov lui Prohor.

La o distanţă de 20 de verste s-au putut auzi bubuiturile focurilor de armă convenite. Muncitorii alergau, scoţînd urale, spre grămezile de lemne adunate, şi, de-a lungul întregii rarişti, au prins să mistuie flăcările lacome.

Deodată se iscă şi pe sol un vînt puternic. Focul se întinse repede spre adîncurile taigalei. Sute şi sute de păzitori aveau grijă ca focul să nu scape înspre rar iste.

Taigaua nu avusese încă timpul necesar să se desmeticească din somnul ei greu. Se trezi încetul cu încetul, căscă, se întinse, îşi înfundă degetele ramurilor verzi în pâru-i zbîrlit, şi gemu adînc.

Dar iată că dintr-o dată un foc îi pîrjoli călcîiele. Taigaua deschise ochii mari, oftă şi dădu din umeri.9 Aprinzîndu-se, brazii îmbrăcară peruci de aur. Dansul focului era însoţit de un vîjîit, de pîrîituri mărunte, ca de tobă, şi de vuietul asurzitor al copacilor ce se rupeau în două.
Deasupra incendiului se îngrămădeau nori negri de fum. Pădurea sufla îngrozitor de fierbinte spre sumedenia de muncitori care stăteau uimiţi la marginea rariştei. Sub dogoarea focului, feţele lor transpirate păreau că se topesc. Erau sfîrşiţi de oboseală.
In ochi li se citea groaza.
Niciodată nu mai văzuseră aşa ceva.
Focul cel nou se îmbulzea dinspre rarişte spre interiorul taigalei, nerăbdător parcă să întîlnească incendiul cel mare al pădurii.
Prohor se urcase iarăşi în vîrful turnului şi privea în zare. Puterea celor două incendii atrăgea aerul ca nişte foaie uriaşe9 zăpăcind atmosfera pe multe şi multe verste. Turnul scîrţîia încet, clătinat de vînt...
51
Fîşia îngustă a pădurii dintre cele două fluvii de foc se împuţina văzînd cu ochii. Curentele de flăcări se apropiau neîncetat.
Vietăţile, cîte mai rămăseseră acolo — alergătoare, zburătoare sau tîrîtoare — erau cuprinse de panică: încotro să alerge, încotro să se Urască?
...Zidurile de far, lungi de sute de verste, porneau acum la atac, pe viaţă şi pe moarte!
Deasupra imensului rug urla un vîrtef de aer încins.
Vulturii, cu puii lor, îşi căutau scăparea în ultima clipă, ridicîndu-se în spirală spre înălţimi, dar se loveau de bolta aerului încins şi cădeau arşi, ca nişte tăciuni, la pămînt...
Să fi fost 1 000 de grade? Poate şi mai mult!
Fronturile îşi trimiserâ acum, unul altuia, arcuri de flăcări albastre, gălbui şi purpurii. încă o clipă, şi bolţile incandescente se uniră de-a lungul întregii linii a focului.
Un vîjîit sinistru sfîşia taigaua în lung şi-n lat, zguduind pămîntul. Parcă şi cerul se cutremura...
— E gata!... S-a isprăvit!... răsuflară uşuraţi cei din turn.
*
Cel mai bun mijloc, şi cîteodată chiar singurul, în lupta împotriva incendiilor din păduri sau din stepă, este să aprindem pădurea sau stepa de la capătul celălalt. Focul cel nou înaintează spre marea furioasă de flăcări, distrugînd materialele ce urmau să o alimenteze mai departe. Cînd cele două ziduri de foc se întîlnesc, flăcările se sting deodată, ca şi cum s-ar fi înghiţit una pe alta.
Dar acest fel de a stinge incendiile nu este chiar aşa de simplu, cum s-ar părea la prima vedere. E nevoie de multă experienţă, pentru a folosi cu succes contra-focul, deoarece, în cele mai multe cazuri, incendiul este alimentat şi de un vînt puternic, şi trebuie stins, aşadar, împotriva sensului său.
S-ar putea crede, chiar, că acest contra-foc nu se împotriveşte cu nimic incendiului declarat, ci se răspîndeşte şi el,
m
normal, în direcţia vîntului! Dacă ar fi aşa, cum s-ar mai ciocni cele două ziduri de foc?
Aerul se încălzeşte deasupra mării de flăcări, devine mai uşor şi se ridică.
Alt aer, proaspăt, este atras în locu-i din toate direcţiile taigalei. In împrejurimile focului, curenţii de aer se
Aerul se încălzeşte deasupra incendiului din pădure, devine mai uşor şi se ridică. Aerul proaspăt vine din toate direcţiile să-i ia locul; în apropierea incendiului, se produce atunci un curent de aer îndreptat spre marea de flăcări. El împinge cele două ziduri de foc, unul spre
celălalt.

îndreaptă deci spre marea de flăcări. Ei bine, contra-focul trebuie aprins în momentul cînd incendiul s-a apropiat atît de mult, încît focul cel nou să vină în contact imediat cu acei curenţi de aer.
Dacă aprindem contra-focul prea devreme, cînd contra-curentul de aer nu s-a produs încă, focul cel nou va înainta tot în direcţia vîntului, sporind incendiul! Dacă, dimpotrivă, pierdem momentul favorabil şi aprindem focul prea tîrziu, incendiul se apropie prea mult şi trece peste contra-foc, tîrîn-du-1 după el.
Alegerea momentului potrivit nu este o sarcină uşoară: ea cere multă atenţie şi pricepere.

m
Cînd fierbe şi cînd nu fierbe apa?
Faceţi o experienţă simplă: umpleţi o cratiţă cu apă şi introduceţi-o într-o altă cratiţă mai mare, plină tot cu apă, în aşa fel ca toartele cratiţei mai mici să se sprijine pe pereţii laterali ai celeilalte. Puneţi-le deasupra unui foc viu.
Cît timp trebuie să aşteptăm, pînă să fiarbă apa din cratiţă cea mică? Nu recomandăm nimănui să aştepte, fiindcă pierde timpul degeaba: apa ceasta se va înfierbînta foarte tare, dar nu va fierbe niciodată.
Prin ce diferă ea de apa din cratiţă cea mare? A curs doar de la acejaşi robinet şi n-o desparte de cealaltă decît un perete de tablă.
Mai mult chiar: fierb pe acelaşi foc.
Dar de ce nu fierb la fel? Numai fizica poate răspunde acestei curioase întrebări.
în cdndiţiuni normale, apa curată fierbe la 100°C. Oricît de mult am încălzi-o, temperatura ei nu se urcă mai mult! Aşadar sursa de căldură ce serveşte la încălzirea apei din cratiţă mică nu poate avea mai mult de 100°C. Bine, dar apa asta nu poate să se încălzească şi ea pînă la 100°C?
Să vedem. Cînd apa fierbe, ea se transformă în abur şi astfel temperatura ei rămîne mereu la 100°C. Dar pentru formarea aburului este nevoie de cantităţi însemnate de căldură.
Un gram de apă la 100°C, transformîndu-se în vapori, absoarbe 537 de calorii. De unde primeşte fiecare gram al apei din cratiţă mare aceste 537 de calorii? Fundul cratiţei este în contact permanent cu focul, primind mereu cantităţi noi de căldură. Fiecare moleculă a apei din cratiţă mare poate veni în contact cu fundul. Apa mai caldă din ea se ridică, fiind mai uşoară, şi face astfel un circuit continuu, astfel că întreaga masă lichidă primeşte cantitatea de căldură necesară fierberii.

Apa din cratiţa mica nu poate lua parte la acest circuit. In consecinţă, ea nu poate căpăta cantitatea de căldură necesară fierberii.
Aruncaţi, însă, un pumn de sare în apa din cratiţa mare şi situaţia se va schimba pe loc! După un timp oarecare şi apa din crăticioară începe să fiarbă! De ce? Temperatura de fierbere a apei sărate este mai ridicată decît a apei curate, aşa încît ea se va încălzi la peste 100°C, şi va avea de unde să transmită şi apei curate din crăticioară o căldură mai mare.
Gheaţă fierbinte
Cînd pe apa Dunării apar sloiuri de gheaţă, aceasta înseamnă că a început iarna.
„Gheaţa" reprezintă ceva rece, deoarece apa se solidifică la 0°C, şi în viaţa de toate zilele este imposibil să întîlnim gheaţă cu o temperatură mai ridicată!
Experienţele fizicianului englez Bridgemann au demonstrat că, la o presiune destul de mare, putem obţine o gheaţă care să aibă o temperatură mult mai ridicată decît 0°C, şi eventual chiar o gheaţă fierbinte! Aceste studii au dus la descoperiri importante.
Volumul apei creşte atunci cînd îngheaţă şi de aceea sloiurile de gheaţă plutesc pe apă.
Punctul de topire al gheţii, sau punctul de îngheţare a apei — ceea ce e tot una —

depinde de presiunea care se exercită asupra apei. Această lege constituie baza formării gheţarilor.
In regiunile înalte, unde se adună cantităţi enorme de zăpadă, stratul inferior se topeşte, sub presiunea maselor mari ce apasă asupra lui. Punctul de îngheţ al stratului inferior, din pricina presiunii puternice, scade sub temperatura restului masei de zăpadă. Astfel topit, stratul inferior se scurge de sub zăpadă, dar iese totodată şi de sub presiunea ridicată ce-1 apasă. Acum, punctul de îngheţ se ridică iarăşi la 0°C, şi apa se solidifică. Acesta este motivul pentru care gheţarii dau impresia unui fluviu îngheţat.
53
Şi noi putem verifica această lege, printr-o experienţă simplă. Cablul de sîrmă din figură, de care este agăţată o greutate, exercită o presiune puternică asupra blocului de , gheaţă. Acesta se topeşte
pe tot lungul suprafeţei apăsate, pentru că punctul de îngheţ scade datorită presiunii exercitate. Dar ajungînd deasupra cablului, apa scapă de sub presiune şi îngheaţă din nou.
Cablul trece astfel prin tot blocul de gheaţă, fără ca acesta să se taie în două. Fenomenul se cheamă re-gelaţie, adică reîngheţare.
La presiuni mai mari, comportarea apei este şi mai interesantă. S-a constatat că, dacă presiunea creşte puternic, scăderea punctului de îngheţ devine tot mai accentuată, iar volumul, în urma îngheţării, sporeşte considerabil.
La o temperatură de —22°C şi o presiune de 2 200 atmosfere, apa îngheaţă brusc, cu o scădere mare a volumului. Gheaţa astfel rezultată prezintă cu totul alte proprietăţi decît gheaţa obişnuită. Dacă mărim şi mai mult presiunea, acest nou gen de gheaţă capătă înfăţişări şi proprietăţi diferite. S-au descoperit astfel, pe rînd, 7 variante de gheaţă, din care ultima se poate încălzi, fără să se topească, la temperatura punctului de topire al cositorului de lipit! Aceasta s-a obţinut însă la o presiune de 4 500 atmosfere.
O altă gheaţă, numită nr. 5, se mai poate obţine la o presiune de 20 600 atmosfere. Ea rămîne în stare solidă chiar
Cablul de sîrmă, legat peste blocul de gheaţă, trece prin acesta, fără să-1 taie în două. Gheaţa se \ topeşte sub presiune, iar apa a-junsă deasupra cablului îngheaţă din nou.
53
la o temperatură de 76°C! Dar dacă o atingem, ne frige degetele! De altfel, nu o putem atinge şi datorită faptului că presiunea necesară formării şi menţinerii ei se poate produce numai într-un vas confecţionat dintr-un oţel de calitate specială. Nu putem s-o privim sau s-o luăm în mînă, dar prin mijloacele pe care ni le pune la dispoziţie ştiinţa putem cunoaşte proprietăţile gheţii fierbinţi.
Ea este mult mai densă decît cea obişnuită, ba chiar mai densă ca apa, avînd o greutate specifică de 1,05. Introdusă în apă, se scufundă.
Fenomene similare au fost constatate şi la alte materiale, de pildă la bismut. S-a stabilit că aproximativ a treia parte din materiale au mai multe variante de solidificare. Multe dintre ele s-au dovedit a fi cu totul noi: la presiunea normală, ele nu există la nici o temperatură. Este probabil că la presiuni mai ridicate decît cele realizate pînă acum, şi alte multe substanţe s-ar prezenta sub diferite forme noi. Astfel de presiuni ridicate există în interiorul scoarţei pămîntului. Desigur că aci substanţele prezintă cu totul alte proprietăţi decît cele pe care le cunoaştem noi.
Putem strînge, vara, căldura soarelui?
în zilele calde de vară ne gîndim adesea ce bine ar fi să putem păstra căldura soarelui pentru la iarnă. Ideea nu e de loc fantastică, aşa cum poate vi s-ar părea, deoarece plan-tele înmagazinează foarte bine energia solară. Cu ajutorul acestei energii, plantele verzi îşi clădesc tulpina din bioxid de carbon, apă şi săruri minerale. Omul a valorificat şi sub o altă formă energia solară acumulată: cărbunele-combustibil.

însăşi natura ne arată metoda firească pentru înmagazi-narea energiei solare: cea folosită de plante. Ea nu satisface însă nevoile omului, deoarece pentru noi randamentul e este foarte slab. Plantele înmagazinează, în cursul creşteri
54
lor, doar dc la 1,5% pînă la 3% din energia pe care au primit-o de la soare.
Omul nu se poate mulţumi cu un astfel de rezultat şi de aceea caută metode mai bune. Cu aceste probleme se ocupă o nouă ramură a ştiinţei, denumită „heliotehnica". Dezvol-tarea heliotehnicii a început numai în ultimul timp, şi în
Cutia de fierbere: instalaţia cea mai simplă pentru valorificarea energiei solare.
primul rînd în Uniunea Sovietică. Deşi în faţa oamenilor de ştiinţă mai stau multe probleme nerezolvate, s-a reuşit pînă acum valorificarea energiei solare, cu un randament mult mai bun decît cel obţinut de plante.
Instalaţia cea mai simplă pentru valorificarea ei este aşa-numita cutie pentru fiert. Asemenea cutii se întrebuinţează de mulţi ani în regiunile din sudul Uniunii Sovietice, de exemplu la Aşhabad, Taşkent şi Tbilisi. Aceste instalaţii aprovizionează duşuri şi băi cu apă caldă.
Cutia pentru fiert nu este prea adîncă, iar pereţii săi laterali, şi fundul, au o izolaţie termică bună. în partea de sus, ea se închide cu un rînd sau două de geamuri. Latura prevăzută cu geam este îndreptată spre sud. Fundul cutiei
m
se vopseşte cu negru, deoarece suprafeţele negre absorb energia de radiaţie îndreptată asupra lor şi o transformă în căldură. Fundul lăzii se confecţionează din tablă de fier sau tablă de aluminiu, cu nervuri prin care circulă apă. Energia de radiaţie a soarelui încălzeşte această apă.
Cu o asemenea instalaţie putem încălzi într-o zi de. vară — folosind energia solară — aproximativ 60 litri de apă fierbinte la 50°C, sau 35 litri la 60°C, sau 15 litri la 70°C. Astfel, putem transforma pînă la 90% din energia solară în energie termică.
Cercetătorii sovietici s-au ocupat şi de problema încălzirii clădirilor cu ajutorul energiei solare astfel înmagazinată. Se pare că soluţia cea [mai bună ar ii să se depoziteze apa încălzită în cutiile de fierbere, folosind bazine mari, şi iarna să se folosească apa fierbinte pentru încălzire. Pentru a rezolva problema, bazinele pentru depozitare ar trebui să aibă dimensiuni foarte mari.
Un prînz pregătit... la căldura soarelui!
Savantul sovietic Garf,
de la laboratorul de helio- Ceaiul fierbe... la căldura soarelui, tehnică al Institutului ener-getic de pe lîngă Academia de Ştiinţe a Uniunii Sovietice, a construit o instalaţie pentru captarea energiei solare cu ajutorul unei oglinzi concave, de o formă specială. Cu ajutorul ei se poate fierbe ceai şi se poate prepara prînzul.
Oglinda colectează razele soarelui şi le îndreaptă spre fundul vasului. Ea se poate dirija manual. In timpul în
54
care fierbe apa într-un samovar mic, cu o capacitate de 2,5 litri, poziţia oglinzii trebuie schimbată o dată sau de două ori, din cauza schimbării poziţiei pămîntului faţă de soare. Astfel, razele colectate vor fi îndreptate totdeauna spre vas, şi, într-o oră, vom putea fierbe 5 litri de apă!
Cald şi rece cu ajutorul soarelui!
Şi mai interesantă este folosirea energiei solare pentru punerea în funcţiune a unui mecanism de refrigerare. La laboratorul de heliotehnică din Taşkent, de exemplu, s-a pus în funcţiune, în anul 1952, o instalaţie de refrigerare, funcţio-nînd cu energie solară, care produce în decurs de 7 ore 130 kg gheaţă.

Putem valorifica şi mai economic energia solară, menţinînd în funcţiune aceeaşi instalaţie şi vara, şi iarna: în timpul verii răcorind, de pildă, încăperile unui spital, iar iarna, încălzindu-le.
în diferite comunicări ştiinţifice se arată că încă din anul 1952 s-au făcut în mai multe locuri experienţe asemănătoare, care au dat rezultate promiţătoare.

## Capitolul IX

## DESPRE MAGNETISM

Prima carte care tratează în mod ştiinţific fenomenele magnetice a apărut în anul 1660 în Anglia. Autorul ei, Wil-liam Gilbert, era medicul reginei Elisabeta a Angliei.
Pînă la apariţia cărţii lui Gilbert, magnetismul nu era folosit decît pentru diferite glume şi scamatorii. Pentru explicarea proprietăţilor magnetice s-au inventat cele mai fantastice poveşti.
Părerea îndeobşte acceptată era în trecut că acul magnetic se îndreaptă spre un punct ceresc. Gilbert a descoperit însă că busola arată într-o direcţie determinată, datorită faptului că pămîntul însuşi formează un mare magnet şi magnetismul pămîntului este acela care determină poziţia acului magnetic. El a confirmat în mod experimental teoria sa.
Tot Gilbert a constatat că cei doi poli magnetici se manifestă numai împreună. De asemenea, el a stabilit pentru prima oară că atît fierul, cît şi oţelul pot fi magnetizate, dar că numai oţelul îşi păstrează magnetizarea.
Galileo Galilei a apreciat foarte mult activitatea lui Gilbert şi a caracterizat-o astfel:
„Ii aduc laude, îl admir şi îl invidiez pe Gilbert. El a expus idei admirabile despre un subiect, de care s-au ocupat pînă acum
137 mulţi oameni geniali, dar pe care nici unul nu l-a studiat destul de atent... Să ajungi de la lucruri simple la descoperiri mari şi să simţi că dincolo de anumite însuşiri — în aparenţă primitive şi copilăreşti — se află ascunsă o minu iată artă, această nu poate fi, desigur, opera unui om de duzină: numai la genii se pot găsi asemenea previziuni, asemenea idei şi raţionamente!"
21. O problemă cu privire la busolă
în ce loc de pe globul pămîntesc busola arată cu amîn-două capetele spre nord?
Hercule şi lada „fermecată"!
Un prestidigitator povestea odată cum a folosit în Algeria un electromagnet, ca să facă o scamatorie uimitoare, desigur, pentru cei neiniţiaţi:
„Am aşezat pe scenă — spunea artistul — o ladă metalică de mărime mijlocie, prevăzută cu un mîner, şi am întrebat cine este omul cel mai puternic dintre cei de faţă. La invitaţia făcută răspunse un arab de statură mijlocie, dar foarte voinic, care se recomandă că este un Hercule al arabilorl Urcînd pe scenă, curajos şi sigur de el, se opri lîngă mine şi îmi aruncă un zîmbet} puţin ironic.
— Eşti aşa de puternic? îl întrebai, măsurîndu-l din cap pînă-n picioare.
— Da! răspunse el cu indiferenţă.
— Şi eşti sigur că puterea ta este permanentă?
— Absolut sigur!
— Greşeşti! Eu pot să-ţi iau într-o clipă puterea, şi ai să fii... ca un copil mic.
Arabul zîmbi cu dispreţ, arătîndu-şi neîncrederea faţă de ce-i spuneam.
— Vino, numai, încoace, şi ridică lada! Arabul se aplecă, ridică lada şi întrebă:
— Asta e tot?
55
— Aşteaptă puţin! răspunsei.
Luînd o expresie gravă, îi poruncii cu voce solemnă:
— Acum eşti mai slab decît toate femeile! încearcă iar să ridici lada!

Atletul nu s-a speriat de loc de cuvintele mele „magice". El o apucă din nou, dar acum lada nu mai ceda! Sforţările erau desperate. Cu o asemenea putere, arabul ar fi ridicat greutăţi uriaşe! Dar cu toate încercările, lada nici nu se clinti din loc. Părea bătută în cuie! Spectatorii erau surprinşi şi nu ştiau cum să explice neputinţa subită a arabului lor herculean!"
...Explicaţia e totuşi simplă. Fundul metalic al lăzii fusese aşezat pe polii puternici ai unui electromagnet, ascuns sub suport. Cînd prin bobinele electromagnetului nu trecea curent electric, era uşor să ridici lada, dar cînd prestidigitatorul dădea drumul curentului — print-o mişcare neobservată cu piciorul — electromagnetul atrăgea lada metalică cu o forţă uriaşă, ţintuind-ope loc, astfel încît nici 2—3 oameni n-ar mai fi putut s-o urnească!
în întrecere sportivă cu... electromagnetul!
Electromagnetul se întrebuinţează şi la antrenamentul sportivilor. Deasupra solului, la o înălţime puţin mai mare decît corpul omenesc, se suspendă un
electromagnet. Atletul stă sub el, şi, tăcînd exerciţii cu un
Atletul depune eforturi însemnate pentru a învinge atracţia electromagnetului.

fier de călcat, trebuie să învingă atracţia magnetului. Intensitatea curentului care circulă prin bobine poate fi reglată după voie şi de ea depinde efortul pe care trebuie să-1 depună atletul, ca să învingă atracţia.
Să nu vă miraţi: forţa magnetică poate să fie uneori atît de mare, încît să-1 ridice şi pe sportiv în sus, cu fier de călcat cu tot!
Seminţe alese... cu magnetul!
Mama vitregă a „Cenuşeresei" din poveste şi-a silit fata să scoată din cenuşă boabele de grîu, amestecate cu spuză, oprind-o să se mai ducă la bal. Cenuşereasa nu a rezolvat singură această problemă grea. Porumbeii miloşi i-au dat o mînă de ajutor. Dar, probabil, că porumbeii au băgat mai multe boabe de grîu în propria lor guşă, decît în coşniţa Cenuşeresei! Acest pericol nu va exista dacă chemăm în ajutor electromag* netul.
In agricultură, cînd trebuie să separăm seminţele buruienilor de seminţele plantelor folositoare, tot cam aşa facem şi noi: ca Cenuşereasa! Operaţia este uşurată însă prin faptul că seminţele buruienilor sînt păroase şi aspre, pe cînd seminţele plantelor folositoare, ca de exemplu inul, trifoiul sau lucerna, sînt netede şi lucioase.
Dacă amestecăm diferite seminţe cu pilitură de fier, praful metalic se prinde de seminţele păroase ale buruienilor şi le acoperă, dar nu aderă la suprafeţele netede ale seminţelor plantelor utile.
Magnetizînd pilitura de fier, amestecul de grăunţe se separă în seminţe folositoare şi seminţe de buruieni.
Astfel de „separatoare magnetice" se întrebuinţează de multă vreme în Uniunea Sovietică pentru curăţirea seminţelor de in, trifoi şi lucerna. Maşina respectivă dă, în medie, o jumătate de tonă de seminţe curăţate pe oră!

(Jăruciorul-„aviou"
Prin secolul al XVII-lea a trăit scriitorul francez Cyrano de Bergerac, a cărui viaţă aventuroasă a format şi subiectul unei minunate piese de teatru. Cyrano a fost un soldat vi-
Astfel şi-a imaginat Cyrano zborul în lună.
teaz, un scriitor şi un poet extrem de spiritual. într-un roman fantastic, scris de el, eroul vrea să zboare în lună. Şi iată cum;
„Am pus să mi se confecţioneze un cărucior metalic, uşor. M-am urcat în el, m-am aşezat comod şi am început să arunc în sus o bilă magnetică. Căruciorul metalic s-a ridicat imediat în aer.

De cile ori ajungeam acolo unde mă atrăgea bila,o luam şi o aruncam iarăşi în sus. Chiar atunci cînd ţineam bila pur şi simplu ridicată, căruciorul căuta să ajungă în apropierea ei şi se ridica imediat.
După ce aruncasem de cîteva ori bila şi căruciorul se ridicase şi el de tot atîtea ori, iată-mâ ajuns într-un loc, de unde începui să cad spre lună! Cum în acea clipă ţineam bila puternic in mîini, căruciorul mă împingea, acum, el pe mine!
Pentru a nu fi zdrobit prin cădere, am aruncat bila în aşa fel, încît atracţia ei să mai înfrîneze căderea căruciorului. Iar cînd am ajuns la numai 300—400 m de lună, aruncam mereu bila în direcţia perpendiculară faţă de direcţia căderii noastre, pînă cînd căruciorul ajunse în imediata apropiere a solului.
în acest moment am sărit din cărucior şi am aterizat lin pe nisip".
Este evident că nici autorul n-a crezut în mod serios că se poate ajunge, în acest fel, pînă la lună. Citind romanul — oricine îşi va âa seama imediat de ce metoda descrisă nu se poate realiza.
Poate că unii s-ar cam fîstîci dacă i-am întreba repede unde este greşeala proiectului şi ce este nerealizabil din el? Căci putem arunca, într-adevăr, magnetul în sus, şi dacă va fi destul de puternic, el va ridica şi căruciorul. Acest „avion" însă nu se va mişca în sus, cu nici un preţ!
Este vorba de un fenomen similar cu acela petrecut atunci cînd aruncăm un obiect greu, de pe o barcă, pe mal. Barca se va deplasa, din cauza efortului la aruncare, în direcţie opusă, depărtîndu-se de mal.
Aici se manifestă principiul acţiunii şi reacţiunii, ca şi în cazul aruncării bilei magnetice. Cînd călătorul aruncă puternic bila în sus, el împinge în mod inevitabil căruciorul în jos. După aceea, cînd bila şi căruciorul se apropie din nou din cauza atracţiei reciproce, aceste obiecte revin doar la locul lor iniţial, fără să poată înainta cu nimic. Va fi deci
57
imposibil să silim bietul cărucior metalic să se ridice în aer, şi încă la lună!
Dar de unde să cunoacă Cyrano legea acţiunii şi reacţiunii? Legile lui Newton asupra mişcării corpurilor au fost descoperite abia cu cîteva decenii mai tîrziu.

Sicriul lui Mahomed

0 legendă pioasă.a adepţilor lui Mahomed afirmă că sicriul marelui lor profet pluteşte liniştit între cer şi pămînt, nesusţinut de nimic. Au fost unii care au dat crezare acestei fcle-gende, nu pe baza unor cauze supranaturale, ci căutînd să o justifice ştiinţific, prin efectul unor forţe naturale.
Aceştia şi-au închipuit, desigur, că sicriul lui Mahomed ar fi ţinut în suspensie printr-o forţă magnetică oarecare.
Un asemenea fenomen este imaginabil, deoarece, dacă ţinem un magnet puternic deasupra unei bile de fier, legată cu un lanţ de pămînt, magnetul va atrage bila, dar lanţul o va reţine. Astfel, bila va sta în aer, plrînd că pluteşte, iar lanţul va fi întinsjdrept în sus.
In principiu, putem produce fenomenul „sicriului lui Ma-homed"cu ajutorul unui magnet, dar nu prin atracţie reciprocă, ci, din contră, prin respingere.
După cum se ştie,polii de acelaşi fel ai magneţilor se resping reciproc. Dacă punem două bare magnetice una peste cealaltă, astfel ca polii identici să fie suprapuşi, barele- se vor
Electromagnetul învinge forţa de atracţie a pămîntului.
57
respinge. Dacă forţa de respingere va fi egală cu greutatea barei superioare, vom constata că magnetul de deasupra rămîne în suspensie.

22. Cum recunoaştem magnetul?

Avem două bare de fier de formă şi mărime identică, dintre care una are proprietăţi magnetice, iar alta nu. Cum putem stabili fără nici un mijloc auxiliar care din ele e cea cu proprietăţi magnetice?

Poşta tubulară
în oraşele mari, ca de pildă Moscova sau Londra, putem trimite o scrisoare sau un pachet uşor, în decurs de o oră-două, dintr-un punct al oraşului la un alt punct. Soluţia tehnică pentru realizarea acestui transport poate fi de mai multe feluri, din care unul se bazează pe forţa magnetică.
Mesageriile se transmit pe cărucioare metalice, care se deplasează în tuburi de cupru. Aerul din aceste tuburi se evacuează cu ajutorul unor pompe, pentru ca rezistenţa lui să nu mai împiedice mişcarea cărucioarelor. Dar mişcarea aceasta nu e împiedicată nici de frecare: cărucioarele nu se deplasează pe şine, nu plutesc pe apă, şi nici măcar nu alunecă prin aer, ci aleargă liber, susţinute doar de liniile invizibile ale unei forţe magnetice uriaşe. Deasupra tubului se montează, la anumite distanţe, electromagneţi puternici. Aceştia atrag căruciorul metalic, care se mişcă în interior fără să poată cădea afară şi fără a veni în atingere cu fundul tubului. Electromag-netul atrage deci căruciorul în sus. Acesta nu se loveşte însă nici de partea superioară a tubului, deoarece greutatea sa proprie îl trage în jos: cînd ajunge în apropierea fundului, următorul elecţromagnet îl atrage iarăşi în. sus. Astfel.

căruciorul zboară în spaţiul cu vid, sub efectul permanent al electromagneţilor, descriind o linie ondulată, fără frecare şi fără ciocniri.
Cu astfel de instalaţii de transpsrt se poate realiza o viteză foarte mare: 30 metri pe secundă, ceea ce corespunde la peste 100 kilometri pe oră.
Drumul pachetului în poşta tubulară electromagnetică.
O asemenea poştă eletromagnetică funcţionează şi la marea bibliotecă „Lenin" din Leningrad. Cu ajutorul ei, cărţile sînt transportate spre cititori. Ideea acestei instalaţii magnetice aparţine profesorului sovietic Vainberg, care a proiectat şi o cale ferată funcţionînd după acest sistem.
Un „perpetuum-mobile" magnetic
Alergînd după himerele ?jmişcării permanente", oamenii nu au omis nici magnetul din calea cercetărilor lor. Ei au vrut să construiască un mecanism, care să se mişte fără întrerupere cu ajutorul forţei magnetice.
Să luăm un exemplu de asemenea mecanism experimentat în Anglia, în secolul al Xll-lea, de un obsedat al acestei probleme. Iată cum îşi descrie acesta miraculoasa-i maşină: Plasăm un magnet puternic, Â} pe un stîlp mic. Sprijinim de stîlp două jgheaburi înclinate M şi JV, aşezate unul sub celălalt. La capătul de sus al jgheabului superior M,
10 145 se face o mică deschizătură C, iar jgheabul inferior JV este curbat. Dacă introducem bila de fier B în jgheabul superior — după cum pretinde inventatorul—bila se va urca, atrasă de A magnetul A. Dar ajungînd
în dreptul orificiului C, bila cade în jgheabul inferior, se rostogoleşte prin acesta în jos, intră în curbura D a acestui jgheab şi de acolo urcă din nou în jgheabul superior M. De aici, sub efectul atracţiei magnetice, bila urcă iarăşi pe jgheab în sus, cade din nou prin gaură, şi aşa mai departe... Continuîndu-şi drumul în circuit închis, fără întrerupere, prin cele două
„Perpetuum mobile" magnetic. jgheaburi, bila aceasta
creează în adevăr iluzia unui „perpetuum mobile" magnetic. Dar numai iluzia, deoarece invenţia nu este realizabilă. Raţionamentul inventatorului a fost complet greşit! El a presupus că bila, odată ajunsă la capătul inferior al jgheabului N, va mai avea totuşi viteza necesară pentru a se urca din nou, prin curbura D, în jgheabul superior.
Acest lucru ar fi posibil dacă bila s-ar rostogoli în jos, numai sub efectul forţei de gravitaţie. In acest caz, ea ar cădea cu o viteză crescîndă. Bila se află însă sub influenţa a două forţe: a gravitaţiei şi a atracţiei magnetice. Iar ultima nu se manifestă numai cînd bila se rostogoleşte spre orificiul C, urcînd pe jgheabul M, ci şi atunci cînd ea coboară pe

jgheabul inferior. Atunci forţa magnetică o atrage, tră-gînd-o înapoi, astfel încît mişcarea ei nu se accelerează,
59
ci se încetineşte şi, chiar dacă ajunge pînă la capătul inferior al jgheabului curbat JV, ea nu poate să aibă, în nici un caz, o viteză atît de mare, încît să mai urce, prin curbura D, spre locul iniţial de plecare.
Cît de uşor se pot ascunde greşelile în proiectele unor asemenea „perpetuum-uri mobile", rezultă şi din cazul întîm-plat în Germania, prin anul 1878, adică cu 30 de ani după descoperirea legii conservării energiei. Un inventator obţinuse brevet pentru un „perpetuum mobile" magnetic, care a fost, bineînţeles, tot atît de> absurd, ca şi celelalte. Fireşte că el nu şi-a putut valorifica brevetul, aşa încît a renunţat la el.
Păziţi-vă ceasul!
Pe unele ceasuri se poate citi, în diferite limbi, inscripţia: antimagnetic. Ce înseamnă asta şi de ce e nevoie de ea?
Dacă mecanismul unui ceas obişnuit intră sub influenţa unui magnet, toate piesele de oţel ale ceasului, şi, în primul rînd, spirala balans ierului se magneti-zează, iar mecanismul se opreşte. Degeaba mai îndepărtăm după aceea magnetul, că piesele de oţel rămîn mai departe magne-
tizate şi trebuie reparate temeinic sau chiar înlocuite. Nu este îngăduit să facem experienţe cu magneţi, atita timp cît avem ceasul pe mmă, afară numai dacă acesta poartă inscripţia de care am vorbit: antimagnetic.
Cum se pot proteja ceasurile de influenţa magneţilor? Introducîndu-le într-o carcasă de fier. Este surprinzător faptul
Liniile de forţă, magnetice, nu pătrund în interiorul inelului de fier.
10*
147
că fierul, care se magnetrzeazâ uf or, nu faşă să treacă liniiTe de forţă, magnetice! 0 experienţă simplă demonstrează acest lucru.
La lecţia de fizică, liniile de forţă magnetice pot fi făcute vizibile cu ajutorul piliturii de fier. Dacă plasăm între liniile de forţă un inel de fier moale, acesta absoarbe liniile de forţă şi în interiorul lui nu se mai naşte nici un efect magnetic.
Aşadar, ceasornicele, ale căror mecanisme sînt protejate printr-o carcasă de fier sau oţel, pot fi apropiate chiar şi de electromagnetul cel mai puternic. Ele vor merge şi mai de-parte, exact.
Pentru electrotehnicienii care lucrează în apropierea unor magneţi puternici este foarte important să aibă ceasornice cu inscripţia „antimagnetic".
„Doctorul" electromagnet
în atelierele în care zboară aşchii metalice, din maşinile ce funcţionează acolo, se poate întîmpla uşor ca o bucăţică de fier să intre cuiva în ochi. Dar e foarte periculos dacă în-
Electromagnetul atrage imediat şpanul de fier din ochi.
cercăm să scoatem şpanul cu degetul. Această mică operaţie se poate rezolva fără doctor şi fără să atingem ochiul, folo-sindu-ne de un electromagnet, aşa cum ne arată figura.
59
Abaterile magnetice de la Kur.sk
Se ştie că busola arată totdeauna spre nord. S-a observat însă, în diferite puncte de pe glob, că acul magnetic deviază de la poziţia lui obişnuită, în unele locuri spre est, şi în altele — spre vest. Cercetînd motivul, este firesc să ne vină ideea că neobişnuita comportare a acului magnetic se datoreşte neapărat vreunei alte atracţii magnetice, din apropiere.
într-adevăr, în regiunile unde s-au constatat asemenea fenomene, s-au găsit în interiorul pămîntului, la mică adîncime, însemnate cantităţi de minereu de fier magnetic. Masa

voluminoasă a acestui magnet atrage puternic acul busolei, împiedicîndu-1 să funcţioneze normal.
In împrejurimile oraşului Kursk s-a observat, încă din anul 1784, această neobişnuită comportare a acului magnetic. Dar descoperirea a fost dată curînd uitării. Cu 90 ani mai tîrziu, în anul 1874, s-au remarcat din nou abaterile magnetice de la Kursk.
Au început atunci cercetări stăruitoare, bănuindu-se că devierile puternice ale busolei s-ar datora unor zăcăminte apropiate de minereu de fier magnetic.
Explorările au început, forajele au atins adîncimea proiectată, dar minereul căutat n-a fost găsit nicăieri! Astfel, interesul a scăzut. Au existat însă savanţi care au rămas şi mai departe fermi în convingerea lor ştiinţifică, şi care au susţinut că abaterile nu au putut fi provocate decît de minereul de fier.
în anul 1918, savantul Leist a ţinut la Institutul de fizică al Universităţii din Moscova o conferinţă despre abaterile magnetice de la Kursk, demonstrînd că numai minereul de fier poate provoca acest fenomen. El nu a prezentat însă materialul său topografic. Mai tîrziu, plecînd în Germania, pentru un tratament medical, şi-a luat cu el şi notiţele respective. Leist a murit în
60
Germania şi notele sale aa dispărut. Dar cînd Germania imperialistă a încheiat cu tînăra Republică Sovietică aşa-nu-mita „pace de la Brest", comandamentul german a insistat cu încăpnăţînare ca regiunea din jurul oraşului Kursk să intre sub ocupaţia germană. Acest fapt, şi încă unul, dovedesc că notele lui Leist căzuseră în mîinile germanilor; un capitalist german a oferit Republicii Sovietice rezultatele cercetărilor lui Leist, pentru suma de 8 000 000 ruble aur. Această încercare a fost însă şi ea sortită eşecului!
Lenin a întrezărit imediat importanţa uriaşă a abaterilor magnetice de la Kursk. în urma dispoziţiilor sale personale, cercetările au început încă în anul 1919. în urma lucrărilor savanţilor sovietici s-a dovedit că în regiunea Kursk există în adevăr, la o adîncime uşor accesibilă, zăcăminte uriaşe de minereu de fier magnetic.
în timpul primului plan cincinal al Uniunii Sovietice au şi început lucrările în vederea aducerii la suprafaţă a minereului de fier. Rezultatele, care au crescut din an în an, au fost întrerupte numai prin distrugerjle hoardelor fasciste, în timpul Marelui Război pentru Apărarea Patriei.
în cursul planurilor cincinale de după război, explorările din regiunea Kursk au fost reluate.
Rezultatele obţinute de atunci îndreptăţesc speranţele că, în decurs de 10—15 ani, regiunea Kursk va fi una din regiunile industriale cele mai dezvoltate din U.R.S.S., ale cărei uriaşe uzine vor contribui la construirea unor oraşe noi, în care cultura va înflori şi poporul muncitor va păşi spre comunism.
Toate acestea se realizează, desigur, prin elanul muncii poporului sovietic. însă primul semnal — chiar dacă a fost atît de slab —1-a dat unul din mijloacele modeste ale ştiinţei: acul magnetic.

## Capitolul X

## ELECTRICITATEA

### Cu o sută de ani în urmă

Acţiunea unuia dintre cele mai frumoase romane ale lui Jokai, „Diamantele negre", se petrece în jurul anului 1870. Un detaliu foarte interesant al acestui roman îl constituie o conferinţă ştiinţifică pe care a ţinut-o eroul principal, Ivan Berend, la serata unui grup de aristocraţi. El a prezentat aci şi o experienţă din domeniul electricităţii. Cei de faţă aştep-tau cu mult interes începerea conferinţei. Scriitorul caracterizează acest interes prin următorul dialog:
— In sfîrşit, se va produce şi el cu maşina de electrizat!
— O să cînte din ea?
— Ce vorbeşti?! O să ne electrizeze pe toţi.

— Da? Păi chiar era nevoie!
— O să fie minunat cînd o să-l aşeze pe bătrînul baron Stefi pe izolatoare! Electrizarea face să ţi se ridice părul măciucă! Aşa că lui... o să-i zboare peruca!
— Şi unde e maşina asta afurisită?
— Colo, în dosul pupitrului de citit! Dar nu e voie să ne atingem de ea, fiindcă cei ce-o ating rămîn cu gura strîmbă!
151
— Vezi de treabă! Asta e o maşină pentru lumină electrică! O ştiu eu! Am mai văzut aşa ceva şi la Paris! Ştii ce face? Dacă se fardează cineva la lumina ei, fardul se face imediat negru!
Relatarea marelui romancier maghiar nu este o simplă poveste. într-adevăr, în urmă cu mai puţin de un secol, electricitatea nu făcea decît obiectul unor slabe experienţe ' ştiinţifice, iar cei neiniţiaţi nu auziseră despre ea decît, în cel mai bun caz, felurite zvonuri! Nu este deci de mirare dacă în legătură cu noua invenţie s-au răspîndit inepţii de genul celor expuse mai sus.
în prezent, nici nu ne mai putem imagina viaţa de toate zilele fără electricitate! Şi cu toate acestea, n-a trecut chiar aşa de mult timp — cu puţin peste 100 de ani — de cînd ea a încetat să mai fie doar obiectul unor experienţe ştiinţifice sau distractive, de cînd a păşit pragul uşii laboratoarelor şi a imprimat tehnicii, prin utilizarea ei practică, un elan uriaş!
Fără folosirea electricităţii, istoria ultimului secol ar fi de neînchipuit. Lumina electrică, soneria, telefonul, telegraful, radiofonia — pentru a menţiona doar pe cele mai cunoscute din viaţa noastră obişnuită — ne uşurează traiul şi munca.
Nici funcţionarea fabricilor noastre n-af mai fi de conceput fără electricitate ! Producţia de energie electrică este ceea ce caracterizează dezvoltarea industrială, ca şi dezvoltarea culturală a oricărei ţări.
Şi dacă, pe lîngă toate acestea, maşinile şi bogăţiile naturale nu mai sînt în mîna capitaliştilor, ci în mîna poporului muncitor, înseamnă că s-a ajuns la un asemenea grad de dezvoltare, încît societatea să aibă deschis drum larg spre comunism. De aceea a spus Leninr „Comunism = puterea sovietică + electrificarea întregii ţări".
Şi în această carte ne ocupăm de fenomenele electrice, însă nu o facem nici pe departe aşa cum ar trebui, faţă de însemnătatea lor. Motivul este că fenomenele electrice, cum şi mij
61
loacele necesare pentru a le produce, sînt adesea mult prea complicate, ca să le putem explica fără utilizarea matematicii superioare.
Am socotit totuşi că merită să dăm aci — măcar prin cî-teva exemple alese la întîmplare — o idee edificatoare despre acest deosebit de important domeniu al ştiinţelor fizice şi tehnice.

## Restaurarea documentelor vechi

Istoricii trebuie să studieze de multe ori suluri întregi de manuscrise vechi şi deteriorate. Filele acestora s-au uscat, însă, şi s-au lipit atît de mult între ele, în decursul vremurilor, încît s-ar fărîmiţa imediat, dacă am încerca să le desfacem ! Ba, mai mult, ar exista chiar pericolul să se transforme în praf, înainte ca cercetătorii să fi putut arunca măcar o privire asupra lor.
Ce e de făcut? Iată, s-a născut o problemă ! Aceea a dezlipirii filelor! O problemă care se poate soluţiona uşor, cu ajutorul electricităţii!
Pe lîngă Academia de Ştiinţe a Uniunii Sovietice funcţionează un laborator pentru restaurarea documentelor. Aici se lucrează şi la rezolvarea practică a acestei probleme. Soluţia se bazează pe faptul, îndeobşte cunoscut, că obiectele încărcate cu electricitate de acelaşi sens se reping între ele. Manuscrisele deteriorate se încarcă cu electricitate. Filele acestora, care stau strîns alăturate şi uneori chiar lipite, primesc o încărcătură de

acelaşi sens şi se resping între ele. Astfel, fiecare filă se desparte de cea alăturată, fără să se distrugă.
O demonstraţie „furtunoasă"
V-aţi încălzit? Vreţi să plouă?
Putem producerea prin farmec, o ploaie torenţială, chiar la noi în cameră, folosind mijloace foarte simple, bazate pe
62
proprietăţile electricităţii. Confecţionăm, mai întîi, cu ajutorul unui tub de cauciuc, un mic joc de apă. Fixăm un capăt al tubului la robinetul de apă, iar pe celălalt îl astupăm cu un căpătîi de creion din care am scos mina. Este
Joc de apa. Figura de sus, din Sub influenţa barei de ceară
stînga, ne arată cum trebuie roşie, frecată cu o bucată de
fixat capătul de creion fără postav, stropii se concentrează
mină, în tubul de cauciuc. într-un şuvoi compact.
neapărată nevoie ca deschizătura tubului să fie foarte strîmtă, deoarece numai astfel jocul de apă va împrăştia un şuvoi subţire.
Şi pentru ca el să ţîşnească nestînjenit, capătul tubului trebuie fixat aşa cum ne arată figura.
Iată-1, a început să funcţioneze! Acum potrivim robinetul în aşa fel, încît şuvoiul să urce pînă la aproximativ o juma* tate de metru, drept în sus! Pînă la ploaia torenţială nu mai e mult!
Luăm o bară de ceară roşie, de bună calitate, o frecăm cu o bucată de postav şi o apropiem de şuvoiul de apă, iar ală
62
turi de ţîşnitură punem o farfurie întinsă. Să vezi „minune"! Şuvoiul care cădea pînă atunci normal, despărţit în şuviţe şi stropi, ca orice joc de apă, la apropierea barei se adună strîns şi loveşte puternic farfuria,cu zgomotul unei ploi torenţiale, care ne „bombardează" geamurile.
Indepărtînd bara de ceară roşie, furtuna încetează „ca prin farmec", iar şuviţele şi stropii de apă se împrăştie iarăşi, cuminţi, ca în grădina publică!
Dacă prezentăm această „scamatorie" în faţa unui public, putem mînui bara de ceară roşie întocmai cum fac „specialiştii" cu „baghetele lor magice".
Şi acum, întrebarea: cum se naşte „furtuna" dintr-un joc de apă?
Prin frecarea cu bucata de postav, bara de ceară roşie s-a încărcat cu electricitate negativă. Apropiind-o acum de stropii de apă, se încarcă şi aceştia cu electricitate, şi anume, cei din apropierea barei, cu electricitate pozitivă, iar cei mai depărtaţi, cu electricitate negativă. Avînd sensuri diferite de electricitate, stropii se atrag între ei şi se contopesc într-un singur şuvoi compact.
Evitarea unui accident de muncă
După cum am văzut] prin frecare putem produce foarte uşor o încărcătură electrică. Aceasta are însă cîteodată un efect dăunător. Astfel, de pildă, curelele de transmisie capătă o încărcătură electrică, deoarece se freacă încontinuu de roata maşinii. Se poate în timp la uneori ca această încărcătură să fie atît de mare încît din curele să sară seîntei şi să provoace incendii!
împotriva acestui inconvenient ne apărăm impregnînd cureaua de transmisiune cu un material bun conducător de electricitate.
Pe acest material încărcătura electrică nu se mai adună şeînteile nu se mai produc şi deci accidentul este evitat.
62i
Măsuri împotriva trăsnetului

într-o zi mohorîtă, arătînd a furtună, din luna iunie 1752, locuitorii oraşului american Filadelfia văzură cu surprindere cum un cetăţean, în vîrstă de 46 ani, care se bucura de stima tuturor, lansa un zmeu.

Bărbatul, numai în aparenţă neserios, nu era altcineva decît Benjamin Franklin, vestitul fizician şi luptător pentru libertate. Pe vremea sa, teritoriul de astăzi al Statelor Unite ale Americii era încă o colonie engleză. Fiind mereu în fruntea luptătorilor pentru independenţa patriei, Franklin şi-a cîş-tigat merite uriaşe, atît în această luptă de eliberare, cît şi mai tîrziu, în aceea de întărire a statului liber american.

De la sine înţeles, deci, că experienţa cu zmeul, făcută de Franklin, nu era o distracţie, ci o cercetare fizică foarte importantă. Sub influenţa electricităţii atmosferice, încărcătura electrică din zmeu s-a despărţit, astfel că electricitatea respinsă s-a scurs în pămînt, sub forma unor scîntei mari, prin cheia legată de capătul sforii.

Deşi, cîţiva ani mai tîrziu, s-a dovedit, în mod ştiinţific, că fulgerul nu este de fapt altceva decît o scînteie electrică uriaşă, Franklin rămîne primul care a demonstrat acest lucru, pe cale experimentală. Din sfoara zmeului său au sărit scîntei şi astfel bănuiala din trecut s-a transformat în certitudine. Un poet contemporan a scris despre el, pe drept cuvînt: „A smuls trăsnetul din cer şi spada din mîna uzurpatorilor".

Puţin timp după ce Franklin a adus electricitatea atmosferică pe pămînt, s-a executat, la propunerea sa, primul paratrăsnet. în Europa, primul paratrăsnet a fost construit în anul 1754, deci în urmă cu peste 200 de ani. Cu toate acestea, nu putem afirma nici astăzi că ne putem apăra cu siguranţă împotriva   trăsnetului.

Numai în Ungaria au pierit, în ultimii ani, 147 de oameni carbonizaţi de uriaşa scînteie. Tensiunea fulgerului este de

63

cîteva sute de milioane de volţi, iar intensitatea curentului ce se produce cu ocazia descărcărilor electrice este de circa 20 000 amperi!

Cînd montăm un paratrăsnet pe casă, pe de o parte reducem tensiunea descărcării electrice, iar pe de altă parte îi canalizăm direcţia, oferindu-i un drum pe unde poate să lovească şi să se scurgă în pămînt, fără să ne producă pagube.

Cunoaştem două feluri de paratrăsnete: cel cu vîrf — al lui Franklin, şi cel cu conductă. Puterea paratrăsnetului cu vîrf stă în acel con plat, montat în vîrful instalaţiei de pe casă. Se poate întîmpla însă ca acesta să nu apere nici măcar clădirile mai joase aflate în apropiere! Celălalt gen de protecţie se compune din mai multe conducte, trase pe acoperişul şi exteriorul zidurilor unei clădiri, îmbrăcînd-o ca într-o plasă.

La ambele tipuri, esenţial este ca materialele din care ge execută paratrăsnetul şi conductele sale să fie foarte bune conducătoare de electricitate, iar priza de pămînt să fie bine făcută.

De aceea conductele se confecţionează din cupru, iar pentru punerea lor la pămînt se întrebuinţează o placă, avînd o suprafaţă întinsă.

La executarea instalaţiei, accentul cel mai mare se pune asupra izolării liniilor aeriene pentru transportul descărcărilor electrice.

Acest lucru se rezolvă prin intercalarea în conducte a unor descărcătoare, care izolează — de imobil — tensiunea de exploatare, dar care sînt străpunse de tensiunea uriaşă a trăsnetului.

Astfel, milioanele de volţi şi zecile de mii de amperi ajung la pămînt înaintea instalaţiilor protejate. Tot aşa se apără împotriva descărcărilor electrice şi liniile aeriene de înaltă tensiune.

63

De ce merge fulgerul în „zig-zag" prin aer?

Franklin, Lomonosov şi alţi oameni de ştiinţă au demonstrat că fulgerul se naşte, sub forma unor scîntei, prin ciocnirea electricităţii pozitive şi negative din atmosferă. Scînteia electrică încălzeşte aerul înconjurător pe care-1 străbate, aerul mai cald îşi părăseşte

locul, ridicîndu-se mai sus, şi atunci în calea fulgerului se produc mereu comprimăr1 şi rarefieri ale straturilor.

Aerul rarefiat conduce mai bine electricitatea decît cel comprimat şi de aceea trece fulgerul prin porţiunile cu aer mai rar.

Dar, pe unde a trecut, căldura sa enormă provoacă alte comprimări şi alte rarefieri, şi de aceea fulgerul trebuie să-şi
schimbe mereu direcţia* Aşa se produce drumul său în „zig-zag", drum asemănător, adesea, ramificaţiilor unui fluviu — reprezentat, grafic, în modul cel mai simplu, printr-o linie frîntă.

Cît costă un fulger?

Puţine fenomene naturale sînt legate de atîtea superstiţii, ca fulgerul.

Există oameni cărora le este groază de furtună, iar ca şi străbunii noştri — că trăs-



alţii consideră — la fel netul ar fi o pedeapsă a unor puteri divine. Aceşti oameni s-ar îngrozi, cu siguranţă, dacă ar auzi că noi avem de gînd să calculăm cît costă un fulger! Că vrem, adică, să aflăm



— nicî mai mult, nici mai puţin — preţul „săgeţii lui dumnezeu" !

Noi ştim însă că fulgerul nu este semnul mîniei unor puteri supranaturale şi nu pedepseşte păcatele nimănui. El este rezultatul unei descărcări electrice în care intervine a-ceeaşi formă de energie ca şi la încălzirea fierului de călcat sau iluminatul locuinţei noastre..

întrebarea este, deci, cît ar trebui să plătim, dacă am consuma o cantitate de energie electrică egală cu cea risipită prin fulgere, în timpul unei furtuni?

Cum putem calcula cantitatea de energie electrică (în watt-ore)? Iată cum: înmulţim numărul de volţi cu numărul de amperi, adică tensiunea electrică cu intensitatea curen-tului, iar rezultatul îl înmulţim apoi cu durata utilizării, exprimată în ore.

S-a reuşit să se determine tensiunea care provoacă fulgerul.

Ea ajunge, în unele cazuri, pînă la 1 000 de milioane de volţi, iar intensitatea curentului a fost stabilită la 20 000 de amperi!

Tensiunea nu atinge însă întotdeauna această valoare maximă, variind între zero şi 1000 de milioane de volţi. De aceea, la calculul energiei descărcărilor, vom lua în considerare o tensiune medie, adică jumătate din tensiunea maximă.

Puterea descărcării este deci de

1 000 000 000 X 20 000 , n AAA AA A AAA AAA .
- = 10 000 000 000 000 waţi, sau
2
10 000 000 000 kilowaţi.

E, în adevăr, o cifră uriaşă! Nici vorbă să putem achita o asemenea notă de plată, dacă am consuma aşa mult curent electric! într-o gospodărie obişnuită, plata atîtor bani ne-ar face în buget o gaură imensă.



Dar să nu ne speriem prea rău! Nu e vorba chiar de 10 miliarde de kilowaţi-oră, deoarece un fulger nu ţine o oră! Atît ar mai lipsi! El nu scînteiază decît cel mult a mia parte dintr-o secundă. Deci...

Avînd în vedere că plătim curentul electric în kilowat-ore şi un kilowat-oră costă 0,60 lei, iar într-o oră sînt 3 600 000 de miimi de secundă, valoarea în bani a unui fulger este de

10 000 000 000 X 0,60 AGC£S1 . -'— = 1 666 lei
3 600 000 N.T. In lei, calculul e următorul:
10 000 000 000 X 0,60 lei (costul unui kw/oră) _ 666 fe.
3 600 000 ~

E scump? Suma pare să nu fie exagerată, căci energia fulgerului este de sute de ori mai mare decît energia necesară lansării unui proiectil al artileriei grele, şi cu toate acestea nu reprezintă, potrivit tarifului uzinelor electrice, un preţ chiar atît de mare.

„Focul simţului Elmo"

înaintea declanşării unei furtuni s-a putut observa cîte-odată un fenomen foarte curios: la capătul de sus al unor obiecte înalte sau al unor vîrfuri ascuţite au apărut fascicole luminoase. Aceste fascicole luminoase au mai apărut în vîrful turnurilor bisericilor, sau în vîrful lănciilor soldaţilor din războaiele străvechi...

în jurul lor s-au brodat, în cursul vremii, nenumărate poveşti şi superstiţii. Pînă şi numele fenomenului e curios: „focul sfîntului Elmo"\

Se spune că un căpitan de vapor a poruncit odată unui marinar să aducă jos focul sfîntului Elmo, foc pe care-1 vă-

65

zuse lucind în vîrful catargului său, deasupra drapelului. Marinarul s-a urcat să aducă focul, împreună cu steagul, dar cînd a scos steagul de pe catarg, flacăra^a sărit în vîrful catargului şi de acolo nimeni n-a mai putut s-o ia.

Ne putem închipui uşor ce groază au simţit şi marinarii noştri în faţa acestei privelişti, într-o vreme cînd explicaţia fenomenului nu era nici pe departe cunoscută. Şi mai ales cînd cel cu steagul, coborînd pe punte, le-a povestit că focul sfîntului Elmo — rămas sus, pe catarg — este rece! El nu frige, dar trosneşte, ca lemnul umed cînd arde!

Astăzi, noi sîntem perfect lămuriţi că focul sfîntului Elmo nu are nici în clin, nici în mînecă... cu sfinţii. Are, în schimb, cu fizica.

Este un soi de descărcare electrică, ce se produce numai pe electrozii cu vîrf ascuţit. Dacă încărcătura electrică s-a adunat în aceste vîrfuri în can- Focul Sfîntului Elmo. tităţi mari, ea începe să se

scurgă radiind fascicole luminoase, ce se văd foarte bine mai ales pe întuneric.

Focul sfîntului Elmo a putut fi observat nu numai cînd e atmosfera încărcată, în timpul verii, ci şi cu ocaziaTunor furtuni mai puternice, de iarnă. El apare cîteodată şi în vîrful urechilor cailor, ba chiar în vîrful coamei lor.

1 \ — Caleidoscop fizic

161

„Minunea sfintului" nu este aşadar nimic mai mult decît o obişnuită manifestare a electricităţii atmosferice. Asta se poate dovedi uşor prin experienţe, în orice laborator.

Şi un „perpetuum mobile" electric

Mecanisme, ce să meargă-n veci, Secole de-a lungul căutară înţelepţii vremii... Dar n-aflară!... De-ale minţii margini, cum să treci?

Astfel scria Arany Jânos în septembrie 1850, în poemul său intitulat „Cugetări asupra Congresului Păcii". El menţionează aici „perpetuumul mobile", ca pe o problemă caracte-ristică ştiinţei timpurilor de mult apuse.

Şi cu toate acestea, chiar pe vremea lui, inventatori obsedaţi reveneau mereu asupra fanteziei chinuitoare a mişcării fără de sfîrşit, desigur sub altă formă acum decît în Evul Mediu.

Ei culegeau „inspiraţii", mereu noi, din descoperirea dinamului şi a motoarelor electrice. Credeau că au ajuns, în sfîrşit, să descopere un adevărat „perpetuum mobile", datorită unei idei extrem de simple şi aparent realizabile.

în esenţă, „ingeniosul" lor proiect era cam acesta: şaibele electromotorului şi dinamului se leagă printr-o curea de transmisie, iar cablul dinamului se leagă la motorul electric. Imprimăm dinamului o rotaţie de pornire. Aceasta produce un curent electric. Prin cablu, curentul ajunge de la dinam la electromotor, şi îl pune în mişcare, iar cureaua de transmisie duce apoi mai departe energia de mişcare a motorului spre şaiba dinamului, întreţinîndu-i permanent mişcarea. Dinamul produce din nou curent, pe care-1 revarsă

spre motor... şi aşa mai departe. Cele două maşini se pun în în mişcare una pe alta — pretindeau „inventatorii" — şi
66
această mişcare continuă pînă cînd cele două maşini se distrug prin uzură.
Minunată idee! Şi ce uşor pare de înfăptuit! Ea nu se va pune, însă, niciodată în practică, oricît de mulţi „specialişti" s-ar mai încumeta!... Incercînd să cupleze maşinile conform proiectului, j?ingcnioşii" &u constatat cu mirare că nu vrea să se mişte niciuna din ele. De „perpetuum mobile", nici vorbă!
Nu e greu să constatăm absurditatea acestei idei. Mai întîi, noi ştim că nu există nici o maşină care să lucreze cu un randament de 100%, care să fie deci în măsură să transforme totalitatea energiei primite. Dar chiar de am presupune că dinamul şi electromotorul ar lucra cu un asemenea randament, de 100%, ele tot n-ar putea lucra fără oprire, decît dacă şi-ar elimina complet frecarea.
Dar în caz că nu ar exista frecare, orice roată care ar fi fost antrenată, s-ar mişca în vecii vecilor. O asemenea mişcare nu ne-ar fi de nici un folos, deoarece, cînd am obliga „maşina" să presteze o muncă exterioară, ea s-ar opri imediat ce a consumat energia primită.
Dacă există frecare, instalaţia nu se mişcă de loc. Dacă însă dinamul şi electromotorul „inventatorilor" s-ar roti absolut fără frecare — ceea ce este imposibil — nici măcar atunci realizarea unui „perpetuum mobile" nu ar prezenta interes. Să zicem că s-ar mişca încontinuu. Ei, şi? Această mişcare nu ar face altceva, decît să transforme necontenit energia de mişcare în curent electric şi invers, obţinîndu-se un circuit închis, inutil, fără nici o capacitate de a presta o muncă exterioară.
Este interesant — şi nostim, în acelaşi timp — că oamenii care s-au străduit să realizeze, pe această cale, un „perpetuum mobile", nu s-au gîndit la o soluţie mult mai simplă a ideii de bază. Cu aceeaşi logică, cu care sperau să înfăptuiască un „perpetuum mobile" prin cuplarea unui
11*
163
dinam cu un motor electric, puteau să-şi pună ideea cuplării a două simple roţi printr-o curea de transmisie! Astfel, una dintre roţi ar învîrti necontenit pe cealaltă, şi invers, sau — simplificînd şi mai departe ideea — ar fi suficientă chiar o singură roată. Invîrtind-o, partea din dreapta ar pune în mişcare partea din stînga, care la rîndul ei ar contribui la rotirea părţii din dreapta.
Imposibilitatea acestor două idei ne sare, bineînţeles, imediat în ochi, deşi esenţa lor este aceeaşi ca şi la combinaţia, mai spectaculoasă, a dinamului cu electromotorul.
Cît despre realizarea practică sau utilizarea lor, toate trei nu merită atenţie, deoarece au la bază acelaşi raţionament eronat.
De ce nu rugineşte tabla zincată?
Oricît de ciudat s-ar părea, tabla zincată, din care se confecţionează multe articole industriale şi casnice — ca, de pildă, găleata pentru apă — se comportă cîteodată ca un element galvanic. Din ce constă, de fapt, elementul galvanic? Din două metale diferite, introduse într-un lichid.
în cazul de faţă, fierul şi zincul formează cele două metale diferite, iar lichidul este umiditatea din atmosferă, ploaia, sau orice altă apă.
Confecţionînd un element galvanic din fier şi zinc, zincul va forma totdeauna polul pozitiv, iar fierul, pe cel negativ. Stropind deci cu apă peretele găleţii noastre, pentru fiecare picătură se va forma cîte un minuscul element galvanic. El va produce chiar un slab curent electric, avînd ca pol negativ fierul. Curentul descompune apa în componenţii săi, adică în oxigen şi hidrogen din care oxigenul se separă totdeauna la polul pozitiv, deci în cazul de faţă la zinc. De aceea fierul nu poate veni în contact cu oxigenul, ceea ce este foarte important, pentru că tocmai oxigenul provoacă ruginirea lui.

Dacă am îmbrăca fierul în cupru, s-ar întîmpla exact contrariul: fierul ar forma polul pozitiv al elementului, iar oxigenul s-ar degaja aici şi l-ar face să ruginească repede. Este lucru ştiut, de altfel, că ţintele de fier bătute în tablă de cupru oxidează imediat.

## Acul de cusut mofturos

Se ştie, din istoria fizicii, că efectul magnetic al curentului electric a fost descoperit, în anul 1820, de fizicianul danez Oersted, profesor la Universitatea din Copenhaga. El a arătat, cel dintîi, şi cu toată precizia, în notele sale scrise, importanţa uriaşă a acestui fenomen.

Dar, marinarii ruşi observaseră, Descărcarea plăcilor cu mult timp înainte, că pe timp fur- unili condensator, prin
. ii i • • p . • w intermediul unei bo-
tunos acul busolei nu mai funcţionează
i • i i ' • bine.
normal şi ca magnetismul lui poate
dispare sub efectul fulgerelor. Ei nu ştiau însă pe vremea aceea ce anume provoacă aceste „furtuni magnetice". în orice caz, de aci s-a tras concluzia că dacă electricitatea anihilează magnetismul, atunci şi fenomenul invers — mag-netizarea prin electricitate — s-ar putea să fie realizabil. Putem magnetiza un ac de fier prin seîntei electrice? Mulţi au făcut asemenea experienţe, de la începutul secolului al XlX-lea încoace, punîndu-şi mereu întrebarea: care dintre capetele acului va fi Polul Nord al magnetului ?

Dintre toţi, fizicianul francez Felix Savart a făcut cele mai stăruitoare şi concludente experienţe. El a produs seînteia electrică, cu o butelie de Leyda, notîndu-şi că învelişul exterior al acesteia a primit o încărcătură pozitivă, iar interiorul ei, o încărcătură negativă.


Descărcînd butelia printr-o bobină de sîrmă, el observă sclipirea unei scîntei, iar acul de cusut aşezat în interiorul bobinei se rnagnetizează. Repetînd experienţa de nenumărate ori, a constatat că acul de cusut avea Polul Nord cînd la un capăt, cînd la celălalt. Deşi nu modifica nimic în instalaţia experimentală, Savart obţinea mereu alte rezultate. Se părea că nu există nici o regulă pentru formarea Polului Nord şi Sud.

Ca şi cum poziţia polilor magnetici ar fi depins numai de capriciile acelor de cusut.

Explicaţia curiosului fenomen a fost găsită cu mult mai tîrziu, în partea a doua a secolului al XlX-lea.

Butelia de Leyda este un condensator, la care o placă este încărcată pozitiv, iar cealaltă negativ. Cînd condensatorul acesta a fost legat cu o bobină, s-a produs în el un proces electric ciudat. Carcasa cu încărcătura negativă a condensatorului poate fi comparată cu o sală de aşteptare, în care călătorii se agită nerăbdători, aşteptînd să le vină trenul. Că-lătorii nerăbdători sînt, în acest caz, electronii, care doresc să călătorească spre placa cu încărcătură pozitivă a condensatorului, dar sînt împiedicaţi de stratul de aer izolant dintre cele două plăci, sau, la butelia de Leyda, chiar de sticlă. De aceea electronii se adună pe suprafaţa plăcii cu încărcătură negativă.

In sfîrşit, începe urcarea în vagoane ! Se leagă cele două plăci cu capetele bobinei şi se deschide astfel comunicaţia între plăci. Dar, după cum se vede, trecerea electronilor prin bobină nu este chiar aşa de simplă, cum era de aşteptat, într-adevăr, în momentul în care începe călătoria electronilor, se formează în jurul bobinei un cîinp magnetic de intensitate variabilă, care produce în bobină un alt curent, un curent de inducţie. Acest curent indus are însă o direcţie opusă faţă de direcţia iniţială a mişcării electronilor. Dacă nu s-ar întîmpla aşa, curentul s-ar amplifica singur şi s-ar

forma un'fel de „perpetuum-mobile". Acest fenomen se cheamă self-inducţie.

Electronii în mişcare trebuie să învingă rezistenţa provocată de self-inducţie şi de aceea curentul se amplifică numai treptat. în sfîrşit, un grup de electroni a ajuns la placa cu încărcătură pozitivă. Am putea crede că acum descărcarea
h 2. 3.
1 — Migraţiunea electronilor începe în direcţia săgeţii.
2 — în jurul bobinei se formează un cîmp magnetic de intensitate variabilă, care produce în bobină, prin inducţie, un curent de sens
opus, şi astfel...
3 — plăcile capătă şi ele o încărcătură de sens opus faţă de cea
pe care o aveam mai înainte.
se întrerupe. Dar nu se întîmplă aşa ! Seif-inducţia se amestecă iarăşi în procesul de intensificare al curentului. Bobina a căpătat un cîmp magnetic puternic, care nu poate dispare fără urme.
în timp ce slăbeşte, cîmpul magnetic produce din nou în bobină un curent de inducţie şi anume de acelaşi sens cu cel în curs de dispariţie. De aceea curentul nu se opreşte dintr-odată, ci numai treptat.
în acest timp se adună electroni în placa ce avea pînă acum încărcătură pozitivă; condensatorul se reîncarcă şi procesul se repetă, însă în sens invers. Electronii fac aşadar un du-te-vino de la o placă la cealaltă, ca şi cum ar oscila un pendul, producînd ceea ce noi numim o descărcare oscilantă.

Desigur, acum putem înţelege de ce nu i-a reuşit lui Savart să magnetizeze acul de cusut, aşa cum proiectase. Cînd electronii merg într-o direcţie, ei magnetizează acul, dar cînd merg în direcţie opusă, polii se inversează. \
Această oscilaţie are o frecvenţă extrem de mâre, şi nu se poate şti niciodată care a fost ultima direcţie de trecere a electronilor. Ori, tocmai această direcţie a lor determină care e poziţia polului nord al acului?
Un asemenea sistem, format din condensatori şi bobină de self-inducţie, există la orice aparat de radio-recepţie. El se numeşte circuit oscilant.
Cine dă „ora exactă"?
Dacă formăm pe discul telefonului nostru numărul special de la centrală şi cerem „ora exactă" auzim o voce liniştită şi plăcută care anunţă: „ora 14,20 de minute şi 40 de secunde". Iar dacă ţinem receptorul mai departe la ureche, auzim iarăşi: „ora 14,20 de minute şi 50 de secunde". După aceasta ascultăm degeaba, legătura noastră întrerupîndu-se, în mod automat.
în ceea ce priveşte exteriorul, „ceasornicul vorbitor" nu corespunde nici pe departe numelui ce i-am dat. In interior, însă, el este în adevăr un mecanism foarte precis cuplat cu un tambur mare de aluminiu. La o margine a tamburului se află filmul sonor.
înregistrarea se poate face prin diferite metode. Una din ele constă în proiectarea luminii unui bec foarte puternic pe o fantă îngustă, iar de acolo, prin intermediul unei lentile, pe filmul sonor. Deschizătura fantei nu este fixă, ci e formată din doi conductori mobili, plasaţi într-un cîmp magnetic. Dacă prin aceşti conductori trece un curent electric, marginile fantei se mişcă şi deschizătura se măreşte sau se îngustează. Trimiţînd prin marginile fantei curentul ampli
68
ficat al unui microfon, aceste margini vor lăsa să se înregistreze pe peliculă mai multă sau mai puţină lumină, după cum sunetul va fi mai intens sau mai slab. Vom vedea, astfel, pe film, dinţi de lungimi diferite, care alternează potrivit
sunetelor ce vin de la microfon. Nu mai rămîne acum altceva de făcut decît să citim invers. Această citire o facem cu ajutorul celulei fotoelectrice, dispozitiv care inversează înregistrarea făcută, transformînd imaginile luminoase în curent electric.

Dar [oricît de intensă ar fi, lumina nu poate produce decît un curent electric de cîţiva micro-amperi. De aceea, curentul trebuie amplificat prin tuburi electronice.
Lumina cade, deci, pe celula fotoelectrică, după ce a trecut prin filmul pe care s-au înregistrat sunetele. Ea este mai puternică, sau mai slabă, potrivit alternanţei lăţimii dinţilor. In celula fotoelectrică se produce deci un curent de intensitate variabilă, care este condus, după amplificare, la difuzor. Aici el se transformă iarăşi în sunet.
Pe o bandă separată se imprimă orele, pe alta minutele şi pe a treia, secundele. Fiecare este citită prin celule foto
Funcţionarea ceasornicului vorbitor.
69
electrice separate. Celula care citeşte orele, spune timp de un ceas, mereu: ora 5, ora 5, ora 5... După fiecare anunţare, se declanşează celula care citeşte minutele şi care repetă timp de 1 minut acelaşi text: şi 20 de minute, şi 20 de mi-
Astfel se imprimă sunetul pe peliculă !
nute, şi 20 de minute... între acestea, o a treia celulă anunţă o singură dată zecile de secundă.
închipuiţi-vă ce linişte şi ce întuneric domneşte în cabina în care se întîmplă toate acestea !
De ce s-a oprit aparatul de radio?
Goneam cu maşina de la Buda la Pesta, trecînd prin „Tunel" şi Podul cu lanţuri. Postul de radio-emisiune transmitea tocmai un program care îmi plăcea, şi de aceea am deschis aparatul de radio, savurînd o melodie frumoasă.
Dar în momentul în care maşina intră în tunel, muzica se întrerupse l Ei! — mă înfuriai eu — acum îl găsi să se strice? în acest timp, maşina mergea cu viteză mai departe şi, pînă să dau curs gîndurilor, eşisem din tunel... Minune! Aparatul funcţiona din nou. N-avusese nimic ! Dar chiar nimic?...
69
Cerui repede — şi tot în gînd — scuze inventatorului aparatului de radio şi tuturor acelora pe care îi jignisem, cîteva secunde mai înainte. De fapt, trebuia să ştiu că în tunel aparatul de radio nu poate să funcţioneze. Il oprise „cineva" !
Mai sus am arătat felul cum putem proteja împotriva efectelor magnetice mecanismul fin, de oţel, al ceasornicului. Introducem mecanismul într-o carcasă de fier care nu permite trecerea liniilor de forţă magnetice prin ea.
După cum se ştie, există influenţe la distanţă, nu numai magnetice, ci şi electrice. Antena staţiei de radio-emisiune emite unde avind oscilaţii foarte dese, care se propagă în aer cu viteza luminii, adică cu aproximativ 300 000 km pe secundă. Aceste unde se recepţionează de către antena aparatului de radio.
Aşa cum magnetismul nu poate să treacă prin carcasa de fier, la fel şi oţelul pune o umbră electrică de nepătruns în calea undelor radiofonice. Astfel, undele emise de staţia de radio nu trec prin pereţii de beton armat ai tunelului şi de aceea aparatul nu a funcţionat în tunel.
Chestie... de viteză!
Undele radiofonice parcurg, deci, un drum de 300 000 km pe secundă, la fel ca lumina. Undele sonore, în schimb, se propagă de aproape 1 000 000 de ori mai încet, viteza lor fiind de 340 m pe secundă.
Ştiind acest lucru, putem răspunde uşor la o întrebare, ce ar părea ciudată în primul moment:
Să presupunem că posturile de radio transmit o reprezentaţie a Teatrului de Operă din Budapesta. Cine aude mai repede muzica, cel care se află în sală la o distanţă de 20 m de scenă, sau cel care ascultă reprezentaţia la radio, la Seghedin — oraş situat la o distanţă de circa 200 km de

Teatrul de Operă din Budapesta? După cele de mai sus, nimeni nu va mai fi surprins dacă află că sunetele ajung mai repede la ascultătorul de la Seghedin !
într-adevăr, undele radiofonice parcurg drumul de 200 km
în -——3— bx —-—- secunde, iar sunetul parcurge distanta
300 000 1 500
de 20 m în = — secunde.
340 17
De aici se poate vedea că sunetul ajunge aproximativ de 90 de ori mai repede la ascultătorul de la Seghedin, decît la spectatorul din sala Operei. Fireşte că şi 1/17-a parte dintr-o secundă reprezintă un timp atît de scurt, încît nimeni nu observă diferenţa de timp care trece între emiterea sunetului şi perceperea lui.
Radarul, o „minune" reală!
în cursul celui de al doilea război mondial, apăreau mereu, în ziare, ştiri din care rezulta că vasele de război au început să bombardeze, de la mare distanţă, vapoarele inamice, în timpul nopţilor întunecoase, provocîndu-le pierderi serioase.
Ştirile relatau, de asemenea, că unele contra-torpiloare au reuşit să descopere, în bezna nopţii sau pe o ceaţă deasă, submarine inamice şi să le scufunde.
Aceste bătălii maritime, care durau uneori numai cîteva clipe, aveau loc întotdeauna şi pretutindeni, pe ceaţă, sau noaptea, cînd, în mod normal, nu se puteau face nici un fel de observări.
Cum au putut fi recunoscute, atunci, obiectivele? Este evident că s-a întrebuinţat un mijloc nou. Gazetarii au şi făcut aluzii că flota dispune de un „dispozitiv secret".
Dar „dispozitivul" cel nou îşi punea în valoare succesele nu numai pe mări, ci şi în luptele aeriene.
70
Proiectilele ce mergeau direct la ţintă, sau tunurile antiaeriene, nu fuseseră prea perfecţionate, iar metodele de ochire nu se schimbaseră, nici ele, prea mult. Şi totuşi, se reuşea să se descopere, noaptea, sau pe o ceaţă deasă, obiectivele îndepărtate care nu puteau fi văzute direct.
[ns/d/af/Q jQarrfenâ
^5^^ Semnale refkdaf* ^S^. _
Determinarea distanţei şi a direcţiei, prin radar.
S-a crezut la început că obiectivul fiind legat prin radio de punctul său de sprijin, se trădează astfel. Deci, ar fi fost posibil, ca din direcţia undelor radiofonice să se poată determina locul obiectivului.
Această presupunere s-a dovedit totuşi neîntemeiată, deoarece obiectivul era descoperit chiar şi atunci cînd aparatul său de radio-emisiune nu funcţiona !
Şi — ceea ce era mai ciudat — vînătorii de noapte nimereau avioanele inamice, fără să le fi văzut !
Se născuse, deci, o armă nouă. Faima ei creştea necontenit, de numele ei erau legate mereu alte victorii, tot mai
70
strălucite, pe uscat, în aer şi pe apă. Şi în timp ce propaganda fascistă urla peste tot despre „arma minune", inexistentă, în armata sovietică tot mai mulţi îşi însuşeau mînuirea
noii [arme: radarul. Succes Semnal emis Semnal ref/ecfat nou şi însemnat al ştiinţei
radiotehnice, radarul şi-a manifestat prezenţa în timpul războiului, dar el reprezintă şi pe timp de pace un ajutor extrem de preţios pentru marinari şi aviatori.
Radarul mai are însă o mare importanţă şi ca mijloc pentru noile cercetări înlervabidelimp care dekrmina dişfanja ştiinţifice. Cu ajutorul lui Astfel de semne se pot vedea pe s-a

putut face pentru prima ecranul tuburilor de raze catodice, oară „legătura radiofonică" folosite la determinarea distanţei. CU luna. La 10 ianuarie 1946
s-au recepţionat semnale de radar, reflectate de lună ! In prezent, şi astronomii folosesc radarul, pentru observarea meteoriţilor. Care este principiul de baza al radarului? Se ştie că undele radiofonice sînt reflectate de obiectele aflate în aer, la fel cum sînt reflectate razele luminoase de către o oglindă. Observatorul trebuie să recepţioneze însă aceste unde. Fireşte, că undele radiofonice trebuie dirijate, deoarece altfel ele se împrăştie în toate direcţiile şi, prin urmare, reflectarea se face din toate părţile. Undele pot fi re-flectate dinspre sud de către un castel şi, în acelaşi timp, dinspre nord, vest şi est de către un siloz, avion, coş de fabrică etc.
Pentru a determina care dintre ele este obiectivul ce ne interesează, trebuie să stabilim mai întîi direcţia acestuia. Cu ajutorul radarului putem găsi precis direcţia.
71
Dar numai direcţia, în sine, tot nu este suficientă, dacă nu cunoaştem şi distanţa obiectivului. Distanţa se determină pe baza timpului, măsurat între emiterea semnalului radiofonic şi recepţionarea celui reflectat. Metoda e asemănătoare aceleia prin care măsurăm distanţele cu ajutorul sunetului, folosind fenomenul ecoului.
Undele radiofonice studiază atmosfera
încă înainte de descoperirea radarului, fenomenul reflectării undelor radiofonice era folosit pentru studierea straturilor superioare ale atmosferei. Acolo, aerul este foarte rarefiat iar straturile superioare dispun de o puternică încărcătură electrică. Aceste straturi formează împreună „ionosfera". Ionosfera reflectă undele radiofonice şi se comportă faţă de ele ca o oglindă uriaşă care înconjoară globul pămîntesc.
Poziţia ionosferei variază încontinuu, în funcţie de puterea radiaţiei solare şi de aceea ştiinţa care se ocupă cu structura atmosferei trebuie să urmărească mereu poziţia ionosferei. Avioanele sau baloanele nu se pot ridica la înălţimi atît de mari, căci ionosfera se întinde la mai multe sute de kilometri înălţime.
De aceea, pentru cercetarea ionosferei, savanţii au construit un aparat de radio care emite o fascicolă îngustă de unde, în direcţie verticală. Undele reflectate de ionosfera au fost recepţionate de un alt aparat, special construit, cu care se pot măsura, datorită unor instalaţii ingenioase —
Măsurarea înălţimii cu ajutorul undelor radiofonice reflectate.
71
intervalele de timp extrem de scurte, ajungînd pînă la mi-imi de secundă.
Cu ajutorul undelor radiofonice putem determina şi înălţimea de zbor a avioanelor. Altimetrele folosite aci nu radiază însă undele radiofonice în sus, cu staţiile ionosferice? ci în jos, spre pămînt. Pilotul care străbate, de departe, suprafaţa pămîntului, poate vedea cu precizie cît de gros este stratul de aer de la avion pînă la sol.
23. O în trebare... la subiect:
De ce găseam — în timpul ultimului război mondial, după activităţile aviatice nocturne, firişoare de staniol răs-pîndite pe pămînt?
Un nou instrument muzical... electric: Eniiritonul
Ştiinţa poate da şi fenomenelor neplăcute o întrebuinţare folositoare.
Aşa s-a întîrnplat cu fluierăturile asurzitoare, frecvente, ale unor aparate de radio-recepţie, care enervează la culme pe ascultătorii emisiunilor radiofonice!
Fluierăturile sînt provocate de schimbarea de frecvenţă a oscilaţiilor circuitului oscilant al aparatelor de radio-recepţie, -~ care se produce atunci cînd cineva se apropie cu mîna sau cu un obiect metalic. Din această cauză se schimbă şi înălţimea sunetului emis: aparatul fluieră pe tonuri foarte diferite.
Era deci firească ideea să nu lăsăm variaţiile înălţimii sunetelor la voia întîmplarii, ci să le provocăm noi înşine.

Astfel s-au dezvoltat instrumentele muzicale radiofonice. Primul instrument electric de acest gen a fost o cutie mică avînd pe capac o bară metalică de 20—25 cm lungime. Muzicianul nu avea altă sarcină decît să-şi apropie şi să-şi îndepărteze mîna de bara metalică — şi cutia începea să cînte.

72

în această formă nu s-au putut cînta decît melodii simple, aşa încît ascultarea instrumentului era infinit mai puţin distractivă decît audiţia unei orchestre. Mai tîrziu însă, s-au construit aparate muzicale electrice tot mai noi şi mai perfecţionate, care lăsau să se audă sunetul mai multor instrumente muzicale în   acelaşi timp.

Un astfel de aparat-instrument este cel denumit „emiri-ton", al cărui nume are o origină destul de complicată: primele 3 litere însemnează instrument muzical electric. Litera „r" este iniţiala unuia dintre inventatori, a renumitului compozitor Rimsky-Korsakov. Litera următoare, „i" este iniţiala celui de-al doilea inventator, inginerul Ivanov. Ultima silabă, în sfîrşit, reprezintă noţiunea de „ton".

Emiritonul seamănă ca aspect cu o pianină mai mică şi pe clapele lui se cîntă cu mîna, la fel ca la pian. Are două rînduri de clape: cîntînd pe unul din ele, auzim sunete ce seamănă a clarinet iar din celălalt scoatem melodia dulce a viorii. Sau putem imita vocea omenească!

Emiritonul ne redă 50 de feluri de modulaţii ale sunetului, ca şi cum ar cuprinde toate instrumentele, începînd de la flaut şi pînă la cel mai mare contrabas. Intensitatea tonului poate fi variată şi ea cu o fineţe extraordinară: de la zumzetul aproape imperceptibil pînă la zgomotul puternic al trompetelor.

Poate că într-o zi ne vom face o orchestră întreagă din numai cîteva aparate emiriton, dar deocamdată sîntem abia la începutul dezvoltării lui. Nenumărate posibilităţi îi stau în faţă!

## Radiaţiile radioactive

In ultimii ani ai secolului al XIX-lea s-a descoperit un nou fenomen: naşterea aparentă a unei energii, fără ca aceasta să dispară, prin compensare, din altă parte! Fenomenul

12

177

nu este altul decît radiaţia radiului, a toriului, a poloniului şi a cîtorva alte elemente — şi îl cunoaştem sub numele de „radiaţia radioactivă".

împrejurimile materialelor care emit aceste radiaţii permanente, se încălzesc. Fizicianul francez Curie a stabilit că un gram de radiu produce 140 de calorii pe oră.

In dauna cărei alte energii se produce însă această căldură? — s-au întrebat fizicienii, la descoperirea radioactivităţii.

Se părea atunci că nici un alt gen de energie nu dispare, pentru a putea să apară în locu-i energia radiaţiei radioactive!

Astăzi se ştie, însă, că nucleele atomice ale elementelor radioactive se descompun şi energia atomică acumulată în ele se eliberează sub forma radiaţiei. Că, deci, această energie nu este „gratuită"!

Descompunerea nucleelor atomice ale elementelor radioactive se produce foarte încet. Un gram de radiu produce, de pildă, timp de 2 280 ani fără întrerupere, cîte 140 de calorii pe oră! Putem calcula că produce, în total, de 465 000 ori jnai multă căldură decît dacă am arde un gram de cărbune de bună calitate.

Materiile radioactive nu pot furniza deci nici energie „gratuită" şi nici pe un timp infinit, dar ele pot menţine în func* ţiune timp foarte îndelungat un mecanism mic şi uşor. Acest mecanism este aşa-numitul „ceasornic de radiu".

Cîteva miimi de gram de radiu sînt suficiente pentru acţionarea „ceasornicului". Ele se introduc într-un tub de sticlă, iar acesta se aşază într-o butelie cu vid, suspendat numai de un fir de cuarţ.

La capătul tubului de sticlă se află două foite de aur, care seamănă cu plăcuţele electroscopului. Radiul emite trei feluri de radiaţii: razele alfa, beta şi gama. în cazul de faţă, rolul principal îl joacă razele beta, formate din particule negative, care trec uşor prin sticlă.
775
Particulele ce^ se împrăştie din radiu în toate [direcţiile, duc cu ele o încărcătură negativă, şi astfel tubul de radiu însuşi se încarcă treptat cu o încărcătură pozitivă. Foi-ţele de aur se încarcă deci pozitiv şi de aceea se resping şi se îndepărtează una de alta. Dar, depărtîndu-se, ating pereţii buteliei, se descarcă, şi cad înapoi.
Ele se încarcă din nou, se separă, îşi pierd încărcătura în pereţii buteliei şi se apropie iarăşi. Cele două foiţe execută mişcarea aceasta cu precizia unui ceasornic: se separă şi se împreunează mereu. De aceea mecanismul se cheamă „ceasorniculde radiu".
El „merge" timp de mii de ani, fără să-1 întoarcă nimeni, căci oricît de infimă ar fi cantitatea de radiu introdusă, numai jumătate din ea s-ar descompune, în decurs de 1 600 de ani! Ceasornicul de radiu nu poate fi folosit pentru scopuri practice, deoarece munca prestată de el este infimă, chiar dacă se mişcă timp de mii de ani! Cu această muncă, nu putem pune în mişcare nici un fel de mecanism. Cu o cantitate mai mare de radiu s-ar putea efectua şi o muncă mai însemnată, dar aceasta ar fi o distracţie foarte costisitoare!
Radioactivitatea a dus, pentru prima oară, la descoperirea energiei uriaşe ascunsă în nucleele atomilor elementelor.
Astăzi, această energie poate fi eliberată şi pusă în slujba muncii paşnice creatoare. In Uniunea Sovietică funcţionează de mai multă vreme o termocentrală de 5 000 kw, acţionată cu energie atomică. *
Dintre elementele radioactive, cel mai uşor de procurat este toriul. Flacăra lămpilor de gaz se îmbracă cu un săculeţ
,,Ceasornicul de radiu".
12*
179
în formă de plasă denumit „ciorap". Acest ciorap pentru lampa de gaz este o ţesătură îmbibată în toriu, şi cu el putem efectua experienţe foarte interesante.
24. Un joc de artificii
Amestecaţi puţin praf de la „ciorapul" lămpii de gaz cu praf din cristale de sulfura de zinc. Priviţi pe întuneric acest amestec, printr-o lupă. Veţi vedea nişte mici sclipiri. Ştiţi ce e cu ele?
Ceasornicul de uraniu
Trebuie să spunem de la bun început că ceasornicul de uraniu nu are nici o legătură cu cel de radiu. Acesta din urmă nici nu era, propriu-zis, un ceasornic. El a primit această denumire numai de dragul foiţelor de aur care pendulează în el.
Ceasornicul de uraniu este într-adevăr un ceas, deoarece el măsoară timpul, şi anume un timp destul de îndelungat: mii şi mii de milioane de ani!
Pentru determinarea timpului, folosim totdeauna o mişcare repetată, pe cît posibil cu cea mai mare precizie, chiar şi atunci cînd împrejurările însoţitoare se schimbă. 0 asemenea mişcare este, de exemplu, scurgerea nisipului dintr-un vas de sticlă în altul, printr-un orificiu îngust, sau mişcarea unui pendul.
Şi descompunerea elementelor radioactive decurge totdeauna în mod uniform. în decursul unui anumit interval de timp, se descompun totdeauna acelaşi număr de atomi, ei fiind aşadar urma măsurabilă a acestui fenomen.
O parte din radiaţiile materialelor radioactive este formată din particulele cu mişcare rapidă ale razelor alfa, cu încărcătură electrică pozitivă. Examinarea radiaţiei alfa a arătat că

aceste particule nu sînt altceva decît nucleele atomilor gazului de heliu.
Şi într-adevăr, putem găsi totdeauna în jurul elementelor radioactive gaz de heliu. S-a măsurat, de asemenea, că un gram de radiu produce în decurs de un an a 10-a milioana parte dintr-un centimetru cub de heliu. Dacă o bucată de uraniu radiază într-un spaţiu închis, se măsoară cîte zecimi de milioane de centimetru cub de heliu revin asupra unui gram de uraniu. Cifra astfel obţinută ne indică de cîţi ani radiază bucata de uraniu.
Pe baza acestor indicaţii, nu era greu să folosim ceasornicul de uraniu pentru determinarea vîrstei rocilor. Fireşte că această metodă nu poate fi aplicată decît pentru roci care conţin uraniu sau toriu. Cantitatea de uraniu conţinută de roci se măsoară în grame şi apoi se determină în centimetri cubi cantitatea de heliu inclusă în rocă.
Cîţi centimetri cubi de heliu revin asupra unui gram de uraniu, de atîtea zeci de milioane de ani este vîrsta rocii! Singurul defect al acestei metode e că nu putem determina cu ajutorul ei decît vîrsta minimă pe care o are roca respectivă. Este într-adevăr probabil că la început ar fi existat acolo mai mult heliu, dar o parte din el s-a volatilizat.
O metodă mult mai precisă se poate folosi acolo unde nu se determină heliul, ci cantitatea de plumb în comparaţie cu uraniu sau cu alte elemente radioactive. Dar cum a ajuns plumbul acolo?
în timp ce elementele radioactive se transformă încontinuu, în cursul radiaţiei, se schimbă nu numai proprietăţile lor, ci şi ele înşile se transformă în alte elemente.
Natura înfăptuieşte astfel visul alchimiştilor Evului Mediu, care au vrut să transforme în aur diferite materiale. Uraniul, de exemplu, se transformă succesiv în radiu, poloniu şi, în sfîrşit, în plumb! în general, plumbul este produsul final al transformării oricărui element radioactiv.
, 74
Măsurîndu-se cantitatea de plumb ce se formează în decursul timpurilor dintr-un gram de uraniu, s-a putut întocmi următoarea tabelă:
Iniţial ............ 1 gram de uraniu...... 0,000 gr. plumb
După 100 milioane ani...... 0,985 gr. „ 0,013 gr. ,,
„ 1 000 milioane ani...... 0,865 gr. „ 0,116 gr. „
2 000 milioane ani...... 0,747 gr. „ 0,219 gr.
„ 3 000 milioane ani...... 0,646 gr. ,, 0,316 gr. „
în scoarţa pămîntului există multe minereuri ce conţin materii radioactive şi s-a determinat conţinutul lor de uraniu, toriu şi plumb.
S-au găsit, de exemplu,antracite cu conţinut de uraniu, la care pe un gram de uraniu au revenit 0,04 grame de plumb. Dacă privim tabela, vedem că 0,04 cade între 0,013 şi 0,116— ceea ce înseamnează că vîrsta rocii este de cîteva sute de milioane de ani!
în acest fel s-au examinat foarte multe roci ale scoarţei pămîntului, şi s-a ajuns la rezultatul că de la formarea lor au trecut cel puţin 1 600 milioane de ani.

# Capitolul XI

# OPTICA

## Ce vedem seara în geam?

Aţi observat că geamul prin care putem privi nestîn-jenit In timpul zilei, seara parcă ar fi oglindă? Ne putem vedea în el foarte bine ! Nu e vorbă, de multe ori folosim şi ziua geamul drept oglindă! In acest caz, îl deschidem şi îl potrivim — fără să dăm prea multă atenţie fenomenului — pînă ce ne oglindeşte faţa cît mai bine.
Suprafaţa netedă a geamului reflectă razele luminoase ce cad asupra lui: el oglindeşte.
Totuşi ziua nu vedem această imagine, deoarece sticla, fiind transparentă, lasă să treacă lumina venită din afară şi aceasta este mult mai puternică decît lumina reflectată de suprafaţa interioară.
Seara, cînd afară este întuneric şi nu vine de acolo nici o lumină, imaginea oglindită se vede perfect. Cînd folosim geamul drept oglindă, îl potrivim în aşa fel, ca să capete lumină mai puţină din exterior şi astfel el să o reflecte mai bine pe cea dinăuntru.

Cu geamurile de la vitrinele magazinelor se întîmplă invers: ele oglindesc ziua, iar seara, cînd li se aprind becurile din interior, nu ne mai vedem în ele.
183
5 \
Caleidoscopul
Una din jucăriile preferate ale copilăriei mele a fost caleidoscopul. Eram în stare să privesc ore întregi" desenele multicolore, în formă de stea, care se schimbau mereu, cînd
Piesele componente ale caleidoscopului: *
1 —cilindru de carton; 2 — geam mat; 3 — cioburi de sticlă colorată ; 4 —geam transparent; 5 — două oglinzi formînd un unghi; 6 — gaură pentru'privit.
îl învîrteam. Dar nu m-am lăsat pînă nu l-am desfăcut, odată, fiindcă eram curios să văd şi eu ce are înăuntru! Unul din
capetele tubului de carton era închis cu un geam mat, iar la capătul celălalt era o gaură mică, acoperită cu un geam, prin care trebuia să se privească. Dar, ce este un caleidoscop?
întreg „mecanismul" caleidoscopului se află pe un geam mat. Acolo sînt lipite două bucăţi de oglindă, care formează între ele un unghi, şi între care se mişcă, liber — cînd rotim tubul — cîteva cioburi de sticlă. Un alt geam transparent, paralel cu geamul mat, împiedică ieşirea cioburilor. Bucăţelele de sticlă care formează desenul colorat, se amestecă, deci, între cele două geamuri, într-un sector de
\
Secţiunea caleidoscopului şi imaginea pe care Jo vedem noi.
75
cerc, şi noi le vedem de 6 sau chiar de 8 ori formînd o imagine completa, circulară.
De ce se vede aşa? Ga să înţelegem, să urmărim imaginea unei bucăţele de sticlă între oglinzi. Am notat în figură acea-
stă bucată de sticlă CJOBURJ DESTÎCLA
cu A. Imaginea ciobului A se formează în ambele oglinzi: în o-glinda 1 în a iar în oglinda 2 în b. Imaginea din b apare în oglinda 1 în b' şi imaginea acestuia apare în oglinda 2 în b", iar în o-glinda 1 în b"'. Şi imaginea din a se reflectă în oglinda 2 şi anume în a', care se vede în oglinda 1 în a", iar aceasta, la rîndul ei,
în oglinda 2 în a'" care se suprapune cu b'". In acest caz, vedem deci obiectul de 8 ori.
Acest lucru se întîmplă atunci cînd cele două oglinzi formează un unghi de 45°; imaginile se multiplică pînă ce se suprapun.
Dacă oglinzile formează împreună un unghi de 60°, atunci a cincea imagine se suprapune cu a şasea aşa încît vedem obiectul de 6 ori.
Din unghiul pe care-1 formează oglinzile, putem calcula dinainte cîte imagini se formează: atîtea de cîte ori sectorul de cerc intră într-un cerc complet.
Obţinem această cifră dacă împărţim 360° prin valoarea unghiului dintre cele două oglinzi.
iMAGJNi OGLJNDiTE
Drumul imaginii ciobului Jde sticlă A, între oglinda 1 şi 2. Cele două oglinzi formează un unghi de 45°: obiectele aşezate între ele se reflectă de 7 ori.
75
De ce e zăpada albă?
Despre ceva alb şi foarte curat, se spune în mod curent „alb ca neaua". Să examinăm printr-o lupă cîţiva fulgi de ^ zăpadă. Vedem cristale minuscule de gheaţă transparentă, aşezate sub forma unor exagoane regulate. Zăpada nu este deci albă, însă grămada de cristale transparente este opacă, albă. Care e cauza acestei contradicţii aparente?
Grămada cristalelor de zăpadă nu formează o suprafaţă uniformă. Astfel, fiecare bucăţică a suprafeţei reflectă într-o altă direcţie razele de lumină care cad asupra ei, acestea împrăştiindu-se. Multe fenomene asemănătoare se pot constata în viaţa de toate zilele.

Albuşul de ou este un lichid transparent, dar cînd îl batem obţinem o masă perfect albă, netransparentă. Am bătut suprafaţa netedă, uniformă, a albuşului de ou, astfel încît s-au format o mulţime de bule minuscule, care reflectă lumina în toate direcţiile.
Din acelaşi motiv obţinem un praf alb, opac, dacă sfă-rîmăm o sticlă transparentă, sau chiar un geam de culoare roşie.
Grămada cristalelor de zăpadă formează o suprafaţă accidentată. Fiecare bucăţică a suprafeţei reflectă lumina într-o altă direcţie, şi astfel razele luminoase se împrăştie.
Atenţie, schiori!
Foişorul de la Ianoshegy este un punct bine cunoscut din munţii Buda.
Iarna, cînd e înconjurat de zăpadă, el pare mai apropiat decît vara, dacă îl privim din acelaşi punct. Acest fenomen induce de multe ori în eroare pe schiori, la aprecierea distantei.
76
Explicaţia este simplă: ea se bazează pe faptul că obiectele mai apropiate se conturează mai clar, iar cele mai depărtate, sînt mai şterse.
Zăpada reflectă mult mai mult lumina care cade asupra ei, decît solul care e de culoare închisă. De aceea, obiectele sînt mult mai puternic luminate într-un peisaj înzăpezit, decît atunci cînd nu e zăpadă. Această lumiria, mai puternică, derutează pe excursionişti, în timpul iernii.
Aparenţa... înşeală!
Se afirmă cu tărie că, în zorii zilei şi în amurg, soarele ar fi mai mare decît este el de obicei, arătîndu-se la orizont „ca o minge uriaşă". într-adevăr am putut constata cu toţii că soarele pare mult mai mare atunci cînd răsare sau apune, decît atunci cînd străluceşte sus pe cer. Aceeaşi observaţie o putem face şi cu luna, deşi este limpede că mărimea soarelui sau a lunii nu se poate schimba în cursul călătoriei lor de-a lungul bolţii cereşti.
Poate fi vorba numai de o iluzie optică! Iată care este explicaţia acestui fenomen:
Cînd soarele se apropie de linia orizontului, razele luminoase trec prin straturile inferioare mai dense ale aerului. Acestea absorb mai multă lumină decît straturile superioare, mai rarefiate. De aceea, în ochii noştri ajung mai puţine raze luminoase de la soare atunci cînd răsare, decît atunci cînd se apropie de zenit.
Am văzut şi în exemplele anterioare cum acest fenomen ne face impresia că obiectul ar fi mai îndepărtat. Mărimea aparentă a obiectelor depinde de distanţa dintre ele şi noi, precum şi de unghiul sub care le privim. Acest unghi este cu atît mai mare cu cît obiectul este mai mare.
In cazul soarelui unghiul vizual este de 0,5 grade, atît cînd răsare, cît şi la amiază, cînd este sus pe cer.
j
76
Şi alte experienţe ne dovedesc că un obiect apropiat, văzut sub un unghi vizual mare şi proiectat de imaginaţia noastră în depărtare, ni se pare uriaş.
Scriitorul Edgar Poe descrie o asemenea iluzie optică într-o nuvelă a sa. Spre asfinţitul soarelui, el sta la geamul deschis şi, privind afară, văzu cu groază un monstru uriaş, coborînd în fugă de pe o movilă de pămînt şi dispărînd în păduricea de la picioarele dîmbului.
„Am comparat monstrul cu arborii uriaşi şi am văzut că avea mărimea unui vas de război! Afirm aceasta deoarece forma monstrului îmi amintea de corpul unui vas de război cu 74 de tunuri.
Botul animalului avea o lungime de 16 sau 17 picioare (aproximativ 5 metri) şi din el ieşeau trompe de grosimea corpului unui elefant. Vîrful trompelor era acoperit cu pâmâtu-furi de pâr zburlit, din care ieşeau, în jos şi lateral, doi colţi lucioşi, ca ai mistreţului, dar infinit mai mari. Din dreapta şi din stînga trompelor, porneau în sus două coarne uriaşe, de 30—40 picioare lungime, care luceau orbitor în bătaia razelor soarelui.

Partea dinainte a corpului părea o pană imensă, îndreptată spre pămînt. Avea două perechi de aripi, aşezate una peste alta; fiecare măsura vreo 300 de picioare în lungime. Aripile erau acoperite cu plăci de metal dur, cu un diametru de 10—12 picioare. Dar partea cea mai bătătoare la ochi a acestei fiinţe monstruoase era capul în formă de cap de mort, care-i ocupa aproape toată partea din faţă. Fiind alb, el se con-tura foarte puternic, ca o pictură măiastră, pe fondul cenuşiu al serii..."
Cine credeţi că era „monstrul" care 1-a îngrozit atît de tare pe celebrul scriitor? Era un fluture de noapte, ce se lupta din răsputeri cu p pînză de păianjen, ţesută în dreptul fere-strei. Privind în depărtare, — Edgar Poe avusese impresia că vede fluturele la distanţa dîmbului, mărit enorm, la proporţiile uriaşului monstru!
77
Stereoscopul şi vederea în spaţiu
Prima /magme   A doua imagina
Cum se face ca nimeni nu confundă o fotografie, un desen, sau un portret — chiar dacă este de mărime naturală şi cît se poate de bine executat — cu persoana sau obiectul pe care-1 reprezintă?
Cînd ne uităm la un prieten care stă în faţa noastră, se formează în ochi o imagine despre fiecare punct al feţei şi al corpului său. Toate aceste puncte există şi pe desenul sau pe fotografia făcută. Atunci, de ce ni se pare cu totul altfel cînd prietenul se află în realitate, în faţa noastră, decît atunci cînd vedem fotografia sa, în mărime naturală?
Explicaţia trebuie căutată în structura ochiului nostru.
Ochiul omului funcţionează ca obiectivul unui aparat fotografic. Razele luminoase care ajung la el, pornind de la un punct al obiectului, sînt refractate, şi se întîlnesc apoi pe retina ochiului, unde se formează imaginea punctului de pe obiectul respectiv. Obiectele naturale cuprind un număr infinit de asemenea puncte, ale căror imagini formează împreună imaginea obiectului întreg.
, Atît ochiul nostru drept, cît şi cel stîng ne dau cîte o imagine; acestea însă nu sînt absolut identice!
Pe imaginea ce s-a format în ochiul drept sînt mai multe puncte ale părţii din dreapta de pe obiect, iar pe ochiul stîng, mai multe puncte de pe partea stînga a obiectului. Cele două
Două lentile biconcave refractă razele luminoase în ste-reoscop, astfel încît imaginile a şi b să cadă într-un singur loc, c.
77
imagini se întîlnesc pe retina ochiului şi se suprapun aproape complet, dînd astfel impresia obiectului real.
Care este, deci, diferenţa dintre imaginea reală, văzută cu ambii ochi şi cea din fotografie, obţinută printr-un obiectiv fotografic? Diferenţa constă în faptul că fotografia prezintă un singur plan. Vedem, de pildă, pe ea, vîrful nasului pe acelaşi plan cu faţa, şi nu înaintea ei. Ochii însă ne dau o imagine amănunţită, în care putem distinge dacă un anumit punct se află mai apropiat sau mai depărtat. Distingem, pe ea, nu numai direcţiile sus-jos şi stînga-dreapta, ci şi direcţia înainte-înapoi, adică vedem care este poziţia în spaţiu a tuturor punctelor obiectului sau fiinţei respective. De aceea, vederea cu amîndoi ochii se numeşte vedere în spaţiu.
Posibilitatea vederii cu ambii ochi se întrebuinţează la aparatul denumit stereoscop. Acesta este un aparat care seamănă cu un binoclu de teatru, în care, pe peretele din spate, se introduce o imagine dublă. Dacă privim cu ochiul liber, vedem două imagini în acelaşi plan, aparent identice, iar cînd privim prin stereoscop, imaginea capătă viaţă. 0 vedem în spaţiu!
Este foarte interesant să privim prin stereoscop fotografia unei porţiuni de stradă. Cele două imagini nu sînt perfect identice: una a fost luată puţin dinspre dreapta iar cealaltă puţin dinspre stînga. Cu ochiul liber nu observăm această diferenţă, dar prin lentilele

stereoscopului cele două imagini se contopesc apărînd o stradă care a prins viaţă, cu oameni care par să se mişte!
Să vedem în figură cum se transformă cele două imagini într-una singură, apropiată mult de realitate, cum se obţine, adică, vederea în spaţiu?
Cele două lentile din stereoscop refractează razele luminoase în aşa fel, încît imaginea punctelor a şi b să cadă pe acelaşi loc c. Astfel, cele două imagini diferite, dar care cuprind aceleaşi puncte ale obiectului respectiv, se
78
suprapun. Distanţa între imaginile aceloraşi puncte este la fel de mare ca şi distanţa medie între cei doi ochi. Pe ambele imagini rămîn puncte în dreapta şi în stînga, care nu au un corespondent pe cealaltă fotografie, deoarece am arătat că cele două fotografii nu au fost luate din acelaşi punct.
Astfel, dacă privim în stereoscop, vedem o imagine asemănătoare aceleia pe care am vedea-o dacă am privi obiectul cu ochiul liber.
Şi fără stereoscop se poate face ca două imagini, — una executată pentru ochiul drept şi cealaltă pentru ochiul stîng să ne dea impresia vederii în spaţiu. Priviţi figura cu cele două cuburi, de la o distanţă de 20—25 cm, uitîndu-vă cu ochiul drept spre cubul din dreapta şi cu ochiul stîng, spre cel din stînga.
Este şi mai bine dacă punem vertical, între desene, o bucată de carton. Cele două imagini vor începe să se apropie şi după scurt timp, se vor contopi. Vom vedea în spaţiu numai un singur cub.

Cum vedem sub apă?

După uh oarecare antrenament, putem şi noi să ţinem, un timp destul de lung, ochii deschişi sub apă, şi să privim în jur. Dar ce am .putea vedea pe fundul unui lac de 2 m adîncime?
I
78
Am putea crede că vedem prin apa străvezie la fel de bine ca în aer. Aşa să fie în realitate? Să calculăm puţin şi ne vom lămuri.
Raza luminoasă îşi schimbă direcţia cînd trece dintr-un mediu în celălalt, adică ea este refractată. Refracţia, sau schimbarea de direcţie, diferă de la material la material.
Fizicienii întrebuinţează la studiul acestui fenomen o cifră: indicele de refracţie. Indicele de refracţie al sticlei, de pildă, exprimă cu cît se abate o rază luminoasă de la direcţia ei iniţială, cînd trece din aer în sticlă. Dacă două materiale au acelaşi indice de refracţie, aceasta înseamnă că raza de lumină poate trece dintr-unul în celălalt fără să devieze.
Indicele de refracţie al apei este de 1,34. Părţile transparente ale ochiului omenesc, au următorii indici de refracţie:
Corneea............................ 1,34
Cristalinul.......................... 1,43
Umoarea apoasă.................... 1,34
Capacitatea de refracţie a cristalinului este deci numai cu 0,09 mai mare decît a apei şi a restului părţilor ochiului nostru, care, la rîndul lor, au acelaşi indice de refracţie ca şi apa.
în consecinţă, ochiul omenesc nu refractă în apă aproape de loc razele venite de la obiect, aşa încît acestea se întîlnesc mult mai în spatele retinei decît atunci cînd sosesc în ochi trecînd prin aer. De aceea, pe retina noastră, se formează o imagine ceţoasă şi e foarte greu să distingem amănunte. Este interesant că miopii văd mai bine sub apă, deoarece retina lor este relativ mai îndepărtată decît la un ochi normal.
Putem verifica cele arătate mai sus fără să ne scufundăm în apă. Avem nevoie doar de o lentilă puternică, de pildă ochelarii unui om foarte miop. Razele care vin de la lentilă se întîlnesc mult mai în spatele retinei, aşa încît obiectele din jurul nostru ne vor apare sub forma unor pete voalate, ca şi cum am privi prin apă.

Indicele de refracţie al sticlei care se foloseşte, în general, pentru ochelari este de 1,5. Dar există şi sticle speciale ca, de exemplu, sticla grea de cuarţ al cărei indice de refracţie este de aproximativ 3. Cu ochelari confecţionaţi din această sticlă, am putea să privim foarte bine în jurul nostru, stînd... pe fundul unui lac!

O plimbare pe fundul mării

Viaţa misterioasă a adîncimilor mării a preocupat foarte mult imaginaţia scriitorilor şi a poeţilor.

Vom cita pe unul dintre cei mai mari romancieri ai epocii nostre, pe Thomas Mann. Eroul romanului „Doctor Fau-stus", îi povesteşte prietenului său călătoria imaginară la fundul mării, după cum urmează:

„... El susţinea că a coborît, în regiunea insulelor Bermude, pînă jos, la fund şi acolo însoţitorul său i-a arătat viaţa ca din poveşti a fundului mării. Acest însoţitor era savantul american Capercailzie. împreună, ei au stabilit un nou record de adîncime. Mi-a arătat, foarte sugestiv, cum a coborît cu dl. Capercailzie într-o sferă de scafandru, avînd un diametru de numai 1,20 m, prevăzută însă cu instalaţii ca cele ale unui balon stratosferic. Au coborît cu ajutorul macaralei vasului însoţitor, în marea care era aici necrezut de adîncă. Poziţia nu le era de loc comodă în interiorul strîmt al sferei cu o greutate de 2 tone, dar convingerea siguranţei absolute a căsuţei lor îi recompensa: construcţia sferei era absolut etanşă, rezista la o presiune uriaşă şi era echipată cu o rezervă mare de oxigen, cu un telefon, cu reflectoare puternice şi cu geamuri de cuarţ prin care puteau privi în toate direcţiile. Au stat timp de peste 3 ore la fundul mării şi timpul părea că zboară...

„A fost o clipă stranie, care îţi oprea bătaia inimii, clipa din dimineaţa aceea, cînd în jurul orei 9, în spatele lor s-a închis



uşa de oţel, grea de aproape 200 kg şi cutezătorii scafandri au început să se scufunde în mare.

La început, îi înconjura apa, curată ca de cristal, luminată de soare. Scînteierea sferei de oţel străbătea pînă la o distanţă de 57 m.

După aceea, totul se sfîrşea, sau, mai bine zis, de acolo începea o lume nouă, fără zăgazuri, cu care nu sîntem de loc obişnuiţi, o lume în care Adrian pătrunse, cu însoţitorul său, pînă la o adîncime de aproape 2 500 de picioare şi unde râmase aproximativ o jumătate de oră, gîndindu-se că pe adăpostul lor apasă, în fiecare clipă, 500 000 de tonei

Pe măsură ce coborau, apa căpăta o culoare tot mai , cenuşie — culoarea întunericului, în care mai pătrundea ceva din lumina exterioară... Pasagerii priveau acum prin geamurile lor de cuarţ într-un întuneric negru-albăstrui, greu de descris, care semăna mai degrabă cu orizontul crepusculului unui cer meridional, măturat de vînt. Mult înainte ca aparatul pentru măsurarea adîncimilor să arate 750 m şi 765 m, în jurul lor domnea o beznă completă...

Curiozitatea cu care vietăţile ciudate ale adîncurilor se îmbulzeau în jurul cabinei oaspeţilor era de nedescris. De nedescris erau şi chipurile stranii ale unei lumi ascunse, ale mulţimii de guri hrăpăreţe, ale danturilor neobrăzate, ale ochilor telescopici, ale peştilor în formă de vaporaşe de hîrtie, ale topoarelor argintii cu ochi holbaţi în sus, ale vietăţilor în formă de pupa de vapor, lungi pînă la 2 m şi ale celor cu picioare în formă de aripioare, care treceau sclipind, încolo şi încoace, prin fâţâ geamurilor cabinei. Se părea că şi monştrii gelatinoşi, cu braţe multiple, suspendate fără voinţă proprieîn curentul apei, polipii şi chiar schifomeduzele, au fost cuprinşi de o nervozitate, care îi făcea să vibreze spasmodic.

Vizitatorii stinseră lumina reflectoarelor lor, pentru a vedea un alt joc de lumini ciudate. întunericul mării era brăzdat de lumini   fantomatice, care se roteau şi zburau de colo pînă

Colo: luminile peştilor. Unii aveau corpul întreg fosforescent, iar alţii aveau cel puţin un organ care lumina, ca o lampă electrică... Cei mai mariradiau o lumină albă, atît de puternică, încît te orbea !"
Oare numai imaginaţia lui Thomas Mann ne îngăduie să coborîm la 800 m sub nivelul mării? Revistele ştiinţifice relatează că la 15 februarie 1954, doi tineri ingineri francezi au coborît la o adîncime mult mai mare, pătrunzînd pînă la 4050 m sub nivelul mării. Este interesant de ştiut că nava lor semăna mai degrabă cu un aerostat, decît cu un submarin. Ea era formată dintr-o sferă de oţel fixată de corpul unui vas în formă de ţigară. Un compartiment al vasului a fost umplut cu apă şi nava a început să se scufunde. Apa mării, de un minunat albastru, devenea tot mai închisă în jurul lor. Se scufundau cu 30 de metri pe minut, dar asta nu-i oprea să admire între timp meduzele ce se perindau prin faţa geamului de observaţie. Nenumărate vietăţi mărunte sclipeau în lumina reflectoarelor, ca stelele pe firmament.
La o adîncime de 2 000 de metri au apărut roci roşii, cu tentacule lungi. Dincolo de adîncimea de 3 600 de metri ei au putut vedea fundul galben-nisipos al oceanului. Deodată văzură un rechin de doi metri lungime. El înota în cercul magic al reflectoarelor şi se uita fix spre intruşi. Aceştia l-au şi fotografiat.
Animale necunoscute defilau prin faţa geamului. Călătorii începură să facă un circuit lent pe fundul oceanului. Ei au rămas aproape timp de trei ore sub apă.
Descrierile ştiinţifice cele mai recente confirmă aproape întru totul imaginaţia romancierului, deşi contrazic aparent constatarea noastră anterioară, anume că sub apă observarea vizuală nu se face în bune condiţiuni. Putem întreba de altfel, pe bună dreptate, cum pot vedea scafandrii sub apă? Au oare căştile scafandrilor geamuri cu un indice de refracţie special? Nicidecum l
13*
Cei doi ingineri francezi arată ca geamul de observaţie al vasului lor de adîncime a fost prevăzut cu plexiglas, la fel ca şi geamurile autovehiculelor. Are vreo importanţă acest fapt? Fireşte! în casca scafandrului, sau în Vasul de adîncime, apa nu vine în contact direct cu ochiul nostru. Există între ele un strat de aer şi sticla de geam. Aceasta schimbă situaţia în mod radical. Razele luminoase, venind din apă şi pătrunzînd prin geam, trec mai întîi prin aer şi numai de acolo ajung în ochiul nostru. Trecînd prin geamul, mărginit de suprafeţe paralele, fără schimbare de direcţie, ele sînt refractate numai cînd ajung din aer în ochi. în aceste condiţii,
ochiu^ funcţionează deci la fel ca pe uscat!
Tot pentru acelaşi motiv vedem foarte bine peştii care înnoată într-un acvariu.
Cînd micşorează lupa?
Introduceţi în apă o lupă şi priviţi prin ea obiectele de acolo. Veţi avea o surpriză: lupa nu măreşte l Tot aşa păţim şi cu o lentilă biconcavă care, în aer, micşorează. Se constată că şi ea îşi pierde aproape complet sub apă proprietatea de a micşora. Faceţi aceeaşi experienţă în apă sărată. Acum lentila biconvexă micşorează, iar cea biconcavă măreşte!
Care este explicaţia acestui fenomen, în aparenţă curios şi neobişnuit? Lentila
Ochelarii de scafandru sînt formaţi dintr-o lentilă plan-concavă, goală în interior. După refractare, în interiorul lentilei, raza MN se îndepărtează de la verticală, urmînd drumul MNOP. Lentila funcţionează deci ca un obiectiv condensator.
80
biconvexă măreşte în aer, deoarece refractează lumina mai mult decît aerul înconjurător. Diferenţa între indicele de refracţie al sticlei şi cel al apei nu este însă mare, aşa încît o lentilă de sticlă se comportă sub apa obişnuită la fel ca ochiul omenesc. în schimb indicele de refracţie al apei sărate este mai mare decît cel al sticlei şi de aceea lentilele funcţionează în acest caz tocmai invers: măresc cînd sînt concave şi micşorează cînd sînt convexe. De aceea ochelarii de scafandru au lentile plan-concave.

## Atenţie, înotători!

Cine s-a scăldat vreodată într-un pîrîu cu apă foarte curată şi transparentă, a observat că apa deformează înfăţişarea corpului omenesc. Picioarele, de pildă, par mai scurte. Şi apa pare mai puţin adîncă decît este în realitate. Cme intră

Putem vedea moneda aflată pe fundul ceştii, fără să ne schimbăm poziţia, numai dacă turnăm apă în ceaşcă.

într-o astfel de apă, constată cu surprindere că se înfundă pînă la genunchi, deşi i se părea că apa nu-i ajunge decît pînă la glezne.

Motivul trebuie căutat în refracţia razelor luminoase.

Putem reproduce acest fenomen şi în cameră. Puneţi pe masă o ceaşcă goală şi aşezaţi-o în aşa fel, încît să nu-i vedeţi fundul, cînd staţi pe scaun. Introduceţi în ceaşcă o monedă.

81

şi nu o veţi vedea nici pe ca. Turnaţi acum apă în ceaşcă: dintr-odată moneda apare!

Fenomenul se explică prin faptul că razele luminoase venite de la monedă sînt refractate la suprafaţa apei şi ajung astfel în ochiul nostru.

Oehiul refractă razele în direcţia prelungirii lor şi de aceea vedem moneda mai sus decît este ea în realitate. Cu

Razele venite de la monedă sînt Aşa vede un observator aflat sub

refractate la suprafaţa apei şi apă podul de cale ferată care astfel ajung în ochiul nostru. trece peste un rîu.

Vedem moneda mult maj sus de < *

cît este ea în realitate.

cît razele deviază mai mult, cu atît mai sus se ridică şi ea.

Acesta e motivul pentru care fundul plan al unui lac, văzut din barcă, pare să aibă sub noi cea mai mare adîncime; în jur, el „devine" cu atît mai puţin adînc cu cît se află mai departe de noi. în acest caz, razele trec din apă în aer. Fundul apare concav. Dacă am privi invers, de pildă, de la fund spre un pod care se arcuieşte deasupra lacului, ni s-ar părea exact pe dos, deoarece în acest caz razele vin din aer în apă. Podul ar apare convex.

Dar nici nu e nevoie să ne scufundăm în apă pentru a ne convinge despre aceasta! Condiţiile vizuale sub apă pot fi studiate cu ajutorul unor fotografii speciale. Aparatul fotografic este umplut în interior cu apă, iar în locul obiectivului

\

81

se întrebuinţează o placă metalică găurită. Este uşor de înţeles că spaţiul între această gaură şi placa fotografică fiind umplut cu apă, — toată lumea exterioară se va desena pe placă aşa cum o vede observatorul de sub apă.

Fizicianul american Wood a aplicat acest procedeu şi a realizat fotografii foarte interesante dintre care reproducem una.

## Mantaua fermecată

In basmele populare se întîmplă adesea ca eroul să primească de la zîna făcătoare de minuni o tichie sau o manta fermecată, care-1 face invizibil pe cel ce o îmbracă. în bas-mul „Csongor şi Tunde", Vorosmarty Mihâly ne spune că o parte din moştenirea celor trei fii de drac — Kurrah, Berreh şi Duzzog — era o asemenea manta fermecată. Iată cum povestesc drăcuşorii acest lucru lui Csongor:

KURRAH — Sîntem copii orfani, trei bieţi copii
Şi singurele noastre avuţii,
Primite moştenire, sînt aici:
O opincuţă, o manta şi-un bici.
E, biciul, vorba care ne porneşte,
Opinca-i calul, ce ne duce orbeşte,

In vreme ce mantaua ne ascunde. CSONGOR — Şi-ai vre-un folos din astea? Care? Unde? KURRAH —Cine se-mbracă-aşa, este ştiut:
De nimeni nu mai poate fi văzut!
Opinca de şi-o-ncalţă şi porneşte
Cît muntele de nalt, cu ea, păşeşte
Şi-apare unde vrea, cînd vrea, mereu... CSONGOR — Dar nu-mi dai voie să le văd şi eu? KURRAH —Cum nu! Puneţi-le, vă rog, pe mine! BERREH — Ia biciul!
DUZZOG — (se agaţă de el) Eu te prind ! KURRAH — (se urcă pe dîmb):
Ei, mă vezi bine? CSONGOR — Da! stai pe dîmb!
82
KURRAH — (se învăluie) Şi mă mai vezi şi-acum? CSONGOR — Nu! dar te-aud... KURRAH — Opincă, hai la drum!
Hii, opincuţa! Hii, şi tu, curea!... ...Sînt iar aici! La tine! CSONGOR — Chiar aşa? KURRAH — (îşi leapădă mantaua):
Da! Iată-mă! Acum ce mai zici? CSONGOR — într-adevăr, te văd, eşti iar aici!
Mai tîrziu, însă, prin şiretlicuri, Csongor îşi însuşi tripla moştenire a drăcuşorilor. Dar servitorul său, Balga, povesteşte fapta păgubaşilor, care turbează de mînie: BALGA — Acela de-1 văzurăţi stînd trîntit
Era beteag, de friguri chinuit.
Sărmanul, vrui să-1 încălzesc niţel
Şi-am pus mantaua voastră peste el!
Acuma... unde-i? Ce s-o fi-ntîmplat? KURRAH — Ştii? BERREH — Spune!... BALGA —Asta-i totul! A plecat...
A dispărut, cum în deşert dispare
Imaginea aceea-nşelătoare...
Şi ce-a mai fost... mister de nepătruns! KURRAH —Mantaua-i fermecată... L-a ascuns!...
Multe visuri seducătoare, din basme, s-au înfăptuit şi multe farmece din poveşti au fost realizate de ştiinţă. Se sfredelesc munţii, se captează fulgerul, ne ridicăm pe covoare fermecate — avioane de tipul cel mai modern — spre înălţimile văzduhului, cucerite. Cînd se va descoperi şi mantaua fermecată care să ne facă nevăzuţi? Să nu existe, oare, nici un mijloc pentru a face şi din această „minune", — o realitate?
Omul invizibil
Scriitorul englez Wells afirmă în romanul său „Omul invizibil" că există posibilitatea de a se realiza un om care să nu poată fi văzut. Eroul lui Wells, „fizicianul cel mai genial care a trăit vreodată", a descoperit modalitatea prin
82
care omul reuşeşte să devină invizibil. El expune fondul descoperirii sale, unui medic, cunoscut de-al său, în felul acesta:
„Vizibilitatea depinde de efectul pe care-l exercită un corp vizibil asupra luminii. Ştii că un corp absoarbe, reflectă sau refractă lumina. Dacă un corp nu absoarbe, nu reflectă şi nici nu refractă lumina, bineînţeles că el nu poate fi văzut.
Vezi că, de pildă, această cutie roşie nu este transparentă, deoarece vopseaua înghite o anumită parte a luminii, iar restul razelor se reflectă. Dacă cutia nu ar absoarbe de loc lumina, ci ar reflecta-o integral, ea ar părea lucioasă, de un alb argintiu. O cutie confecţionată din sticlă ar străluci mai puţin decît o cutie din briliant, deoarece refracţia şi reflecţia sînt, în primul caz, mai reduse.
Dacă introducem o bucată obişnuită de sticlă în apă, sau, şi mai bine, într-un lichid mai dens decît apa, ea dispare aproape complet, deoarece lumina care cade pe ea prin intermediul apei, se reflectă sau se refractă foarte puţin. Sticla devine în acest caz tot atît de invizibilă ca bioxidul de carbon sau hidrogenul în aer".
„Da — spuse medicul Kemp — astea sînt chestii foarte simple, le ştie orice elev de şcoală!"

„Să luăm un alt fapt, pe care-l ştie orice elev de şcoală! Dacă pisăm bucata de sticlă şi o transformăm în praf, ea devine şi mai vizibilă în aer. Acest lucru se întîmplâ, pentru că sfărî-marea duce la o multiplicare a suprafeţelor sticlei, ceea ce provoacă reflecţia şi refracţia. într-adevăr, în praful de sticlă lumina se reflectă şi se refractă pe fiecare părticică în parte. Dar dacă introducem praful de sticlă în apă, el dispare imediat! Indicele de refracţie al sticlei pisate şi al apei sînt aproape egale. De aceea lumina care trece dintr-una în cealaltă se reflectă şi se refractă foarte puţin.
Introducînd sticla într-un lichid cu un indice de refracţie aproape identic, ea devine invizibilă. De altfel, orice lucru
83
transparent devine „invizibil, daca trece intr-un mediu cu acelaşi indice de refracţie..."
„Bine, de acord! — spuse iar Kemp — însă omul nu este sticlă".
„Nu, dar e transparent"!
„Absurd!"
„Asta o spune un naturalist! Probabil că, în zece ani, ai reuşit să uiţi complet fizica? Hîrtia, de pildă, este formată din fibre transparente şi totuşi e albă, nu străvezie, la fel ca şi praful de sticlă, care e alb şi opac. Dar ia pune ulei pe hîrtie albă! Se umplu spaţiile dintre fibre cu ulei, refracţia se produce numai la suprafaţă şi hîrtia devine transparentă ca sticla! Dar nu numai hîrtia, ci şi fibrele pînzei, ale Unei, ale lemnului, oasele, muşchii, părul, unghiile etc! Intr-un cuvînt, întreg organismul omenesc, cu excepţia materiilor colorante din sînge, şi a pigmentului închis al pârului, sînt formate din ţesături transparente, incolore."
Părul, sprîncenele şi genele eroului lui Wells sînt incolore. Asemenea oameni se cheamă „albino". Şi în regnul animal întîlnim acest fenomen. Părţile interioare şi scheletul unor animale se pot vedea foarte bine prin pielea lor subţire şi prin ţesăturile muşchilor, mai ales dacă corpul nu le este acoperit cu păr (la broaşte de exemplu). Putem observa chiar contracţiile inimii şi ale intestinelor.
Eroul lui Wells a descoperit procedeul prin care toate ţesăturile organismului omenesc, chiar şi coloranţii acestuia, pot fi făcute invizibile. El şi-a aplicat cu succes descoperirea chiar pe propriul său corp.

## Preparate transparente

Desigur că se pune întrebarea dacă raţionamentele care formează baza acestui roman fantastic, sînt valabile din punct de vedere fizic. Indiscutabil că da. Orice obiect tran
83
sparent devine invizibil într-un mediu transparent, dacă indicele său de refracţie diferă cu mai puţin de 0,05.
N-au trecut decît 10 ani de la apariţia romanului, cînd un anatomist german a pus în practică — dar nu cu organisme vii — ideea scriitorului. El a făcut din părţi ale corpului omenesc, şi chiar din animale întregi, preparate transparente, care pot fi văzute ş j astăzi în muzee. După c preparatele au fost decolorate şi spălate, ele au'fost îmbibate cu un lichid special, incolor, care produce o refracţie puternică a luminii şi introduse într-un vas umplut Astfel şi-a închipuit Wells „omul cu acelaşi lichid.   Bineînţeles invizibil", că'acestepreparate nu sînt complet transparente, căci în acest caz nu le-am putea observa şi nu ne-am putea folosi de ele! Dar la nevoie şi acest lucru s-ar putea realiza. Numai că de aici mai e cale lungă pînă la realizarea omului viu invizibil, visat de Wells. In primul rînd, trebuie să se găsească modalitatea îmbibării ţesuturilor organismului viu cu un lichid corespunzător, care să nu-i împiedice funcţionarea.
Dar înafară de aceasta, nu trebuie să uităm că preparatele menţionate sînt invizibile numai atîta timp cît ele se află într-un vas în care se pune un lichid cu indicele de refracţie corespunzător.

Eîe ar fi invizibile în aer numai dacă am putea să facem ca indicele lor de refracţie să fie egal cu cel al aerului! Ori, nu cunoaştem îţică nici p posibilitate pentru a realiza acest lucruj

84

Omul invizibil   vede?

Se mai pune o întrebare interesantă, în legătură cu „Omul invizibil" al lui Wells.

Autorul romanului caută să demonstreze, printr-o logică extrem de ascuţită şi consecvenţă extraordinară, că, devenind invizibil, omul capătă o putere aproape nelimitată. El poate pătrunde neobservat în orice încăpere şi poate lua ce găseşte de acolo, fără teamă de pedeapsă. Fiind invizibil, el nu poate fi prins şi se poate împotrivi cu succes chiar unei mulţimi înarmate!

Nu-1 poţi prinde şi nu-1 poţi răni, dar el poate să facă rău celorlalţi oameni! Astfel, a ţinut sub teroare populaţia unui oraş întreg! Oamenii erau neputincioşi, deoarece el vedea şi afla tot, iar pe el nu-1 putea vedea şi nu-1 putea urmări nimeni.

Dar iată punctul la care iluzia poveştii omului invizibil se năruie: omul invizibil trebuie să fie orb!

Ce face, ca eroul romanului să fie invizibil? Faptul că orice parte a corpului său — chiar şi ochii — devine transparentă, căpătînd un indice de refracţie egal cu cel al aerului!

Amintiţi-vă, numai, în ce constă rolul ochiului? Corpul sticlos, irisul şi celelalte părţi ale sale refractă razele luminoase. Dar dacă refracţia ochiului şi a aerului ar fi egale, razele luminoase care ajung în ochi prin intermediul aerului, nu şi-ar modifica direcţia şi astfel nu s-ar mai forma în ochi imaginea obiectelor înconjurătoare.

Omul invizibil nu poate vedea, din aceleaşi motive pentru care întreg corpul său, deci şi ochiul, este invizibil.

Astfel, toate calităţile extraordinare ale „Omului invizibil" sînt inutile. In locul unui tiran puternic, el devine un infirm neputincios, condamnat la o soartă de plîns.

Poeţii şi povestitorii nu sînt însă obligaţi să se conformeze totdeauna, şi în tot ce au de spus, legilor fizicii. Ascultaţi

84

cum a povestit Csongor, personajul lui Vorosmarty, ce a văzut el, adăpostit de mantaua ce-1 făcuse invizibil, pe cînd zbura la Tunde:

...Cum zboară gîndul, Cum ţîşneşte-o rază De pe un astru care scînteiază, Din infinitul unei lumini, sărind Spre-o altă lume, haosul tăind ,— Eu am venit, sau numai am visat... Deasupra, dedesubt, în lung şi-n lat, Jur-împrejur, departe, lîngă mine, întreaga lume au văzut-o bine ! Părea că nesi'îrşita-i faţă arde Sub ochi ce străluceau, cu miliarde... Ce minunat! Ce clar! Şi ce firesc, Dar n-am puteri în grai, să povestesc Cum n-are-albina-n slabu-i zumzăit, Ori ca ţînţarul, într-un bîzîit, Tot ce-am văzut, pe unde am umblat, Şi cum fierbea, puternic, ne-ncetat, Deasupra, şi tub mine, fără nume, Mulţimea celor ce există-n lume!"

Unde a „dispărut" bagheta?      /

Am arătat pînă acum că orice obiect devine invizibil dacă îl introducem într-un mediu avînd acelaşi indice de refracţie. Putem să facem însă şi prin alt mijloc ca obiectele complet transparente să devină invizibile.

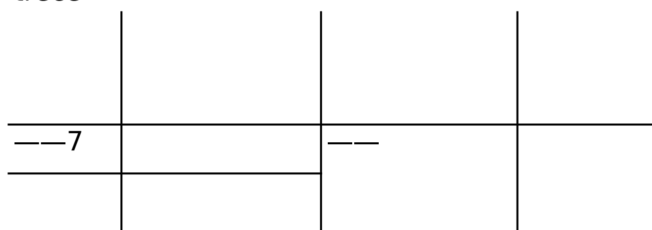
Aşezaţi sub un bec aprins, aşa cum se vede în figură, o pîlnie confecţionată din carton alb, avînd un diametru de o jumătate metru şi o tăietură laterală ceva mai scurtă decît un ceatimetru.

Introduceţi apoi, perfect vertical, o baghetă de sticlă în această pîlnie. Priviţi prin tăietură în interiorul pîlniei! Bagheta a dispărut. A devenit invizibilă. Ce s-a întîmplat?

84

Becul luminează bagheta perfect uniform, astfel că din toate punctele ei ajung raze luminoase în ochiul nostru: nici o umbră sau nuanţă nu trădează prezenţa     ol. iectului.

Dar în momentul cînd bagheta deviază cîtuşi de puţin de la verticală, ea apare imediat. Motivul ? Sau interiorul ei prezintă umbre, şi laturile sînt mai luminate, sau interiorul pare mai luminat şi marginile mai umbrite! Putem face, deci, ca obiectele perfect transparente să devină invizibile, dacă le înconjurăm de pereţi ce reflectă lumina în mod uniform. Ochiul care priveşte prin deschizătura laterală, primeşte de la fiecare punct aceeaşi cantitate de lumină, astfel că, neputîndu-sepercepe diferenţa, retina nu înregistrează prezenţa nici unui corp.
ii»»»' *p l *
Privind prin tăietura laterală, în pîlnie, bagheta de sticlă de acolo a devenit invizibilă.
Dispariţia acului cu gămălie
înfigeţi [un ac cu gămălie într-un dop foarte plat şi puneţi-le într-un vas cu apă, astfel încît gămălia acului să fie îndreptată în jos. Dacă dopul nu este prea lat, el nu va ascunde gămălia acului, atîta timp cît se află în aer. Dar, dacă îl introducem în apă, nu vom mai reuşi să vedem acul cu gămălie, oricum am întoarce capul. De ce? Unde a dispărut? Explicaţia trebuie căutată într-o lege a opticei, denumită „refracţia totală".
în ce constă acest fenomen?
85
Să urmărim calea parcursă de raza luminoasă, cînd trece din apă în aer. Ştiind că apa refractă lumina mai mult decît aerul, înseamnă că raza luminoasă care vine din apă şi trece




Cînd raza luminoasă trece din apă în aer, unghiul de refracţie este mai mare decît unghiul de incidenţă.
în aer, se îndepărtează de la perpendiculară: unghiul (3 este totdeauna mai mare decît unghiul a, cu o valoare constantă. Astfel, cele două unghiuri mărindu-se mereu, (3 ajunge mai
Aer
Razele pornind de la punctul P, într-un unghi mai mare decît „unghiul limită" — la apă 48,5° — nu mai ajung în aer, ci sînt reflectate complet.
repede la un unghi drept decît a. Cînd unghiul (3 va avea 90°, unghiul a deabia va atinge 48,5° şi atunci raza de lumină refractată nu mai părăseşte apa!
85
Razele care pornesc de la gămălia acului se reflectă integral.
Acelaşi lucru se întîmplă cu toate razele care formează cu verticala un unghi de cel puţin 48,5°. Astfel de raze, venind de la obiect, există infinit de multe^şi ele alcătuiesc^ împreună
o suprafaţă conică. Razele care trec prin interioru acestui con ies din apă, în timp ce acelea care se află în exteriorul conului — şi la care deci unghiul a este mai mare decît 48,5° — nu părăsesc apa, ci se reflectă de pe suprafaţa ei, întocmai ca de pe o oglindă. Dar şioglinda cea mai bună nu reflectă decît o parte din razele care cad asupra-i, restul fiind absorbit. în cazul refracţiei totale, apa se comportă ca o oglindă ideală, reflectînd toate razele care cad pe ea. De aceea fenomenul acesta se cheamă refracţie totală.
Ce s-a întîmplat cu acul cu gămălie? Dacă privim figura, vedem că razele care pornesc de la gămălia lui suferă o refracţie totală. Această refracţie totală joacă un rol important în vederea peştilor sub apă. După toate probabilităţile, şi culoarea lor argintie are o legătură cu refracţia. Cercetători biologi susţin că această culoare este rezultatul asimilării peştilor la culoarea argintie a suprafeţei apei sub care înoată.

Cînd privim de jos suprafaţa apei, o vedem ca pe o oglindă, din cauza refracţiei totale. Pe un asemena fond, culoarea argintie a peştilor îi face invizibili pentru răpitorii acvatici care pîndesc, sub ei, în apă.

„Punctul orb"

înalta aristocraţie de la curtea regelui francez Ludovic al XlV-lea se întrecea în petreceri. Cele mai mari succese le aveau artiştii sau savanţii care reuşeau să-i distreze prin

86

idei mereu noi. Fizicienii din Europa se preocupau foarte mult în vremea aceea cu lumina şi vederea.

Kepler publică constatările sale în legătură ^cu vederea. Snellius şi Descartes descoperiră legea refracţiei. Multe alte descoperiri importante din domeniul opticii... văzură lumina

zilei. De pildă, fizicianul m _ • •V." x

. _ . Putem constata, cu aceasta figura,

francez Manotte, care s-a unde se află punctul *galben al ochiu.

ocupat şi cu optica, distra lui nostru.

curtea franceză astfel:

aşeza doi demnitari faţă în faţă, la o distanţă de 2 metri şi îi îndemna să se uite cu un ochi la un punct aflat într-o parte. După cîtva timp, amîndoi aveau impresia că aceluia din faţă îi lipseşte capul! Demonstraţiile sale au avut un mare succes, nu însă prea multă vreme.

Şi dumneavoastră puteţi efectua această experienţă, într-o formă puţin diferită. Ţineţi desenul de mai sus la circa 20 cm în faţa ochiului drept, şi închideţi pe cel stîng. Priviţi cruciuliţa din stînga, apropiind în acelaşi timp desenul de ochi. La un moment dat, punctul negru de la intersecţia celor două cercuri dispare. Nu-1 vedem, deşi observăm tot ce se află în jurul lui.

Cauza acestui fenomen a fost descoperită în secolul al XVIMea.

Vedem un obiect, atunci cînd imaginea sa apare pe retina ochiului nostru. Experienţele de mai sus-au demonstrat că nu este indiferent pe ce anume punct de pe retină cade imaginea.

S-a dovedit că pe retină există şi un „punct orb": dacă imaginea obiectului cade pe el, nu o vedem. Acest punct este acea parte a retinei, — denumită punctul galben — unde nervul vizual intră în ochi şi nu e încă ramificat în părticele

14

86

infime, sensibile la lumină. Cîmpul vizual are, deci, întotdeauna o mică gaură, dar nu o vedem, deoarece ne-am obişnuit cu ea. Imaginaţia umple acest gol prin amănuntele părţilor înconjurătoare. în desenul nostru, de exemplu, prelungim în gînd liniile cercurilor şi ni se pare că vedem chiar locul unde cele două cercuri se întretaie.

Tot pentru acest motiv, ochelarii crăpaţi nu deranjează pe posesorul lor, decît în primele zile. Mai tîrziu, el se obişnuieşte şi nu mai observă crăpătura.

Cele două puncte galbene corespund la două porţiuni diferite ale cîmpului vizual, aşa încît golul de care am vorbit nici nu se mai produce cînd privim cu ambii ochi.

La toate acestea, porţiunile oarbe ale cîmpului nostru vizual nu sînt atît de neînsemnate. Dacă privim o clădire mare de la o distanţă de 10 metri, pe suprafaţa pe care nu o vedem, din cauza punctului galben^ ar încape o fereastră întreagă! Porţiunea rămasă invizibilă, dacă privim pe cer, corespunde suprafeţei ocupate de 120 de cercuri de mărimea lunii pline!

Telescopul şi microscopul

înainte de a răspunde la această întrebare, trebuie să lămurim o proprietate importantă a ochiului nostru. Orice obiect, sau orice părţi ale unui obiect, pe care le vedem sub un

unghi vizual mai mic decît un minut de unghi, se contopesc într-un punct în care nu putem distinge nici forma, şi nici detaliile.

Unghiul vizual sub care vedem un obiect depinde de doi factori: de mărimea obiectului şi de distanţa de la ochiul nostru. Vedem obiectele foarte mici sau foarte depărtate la un unghi de sub un minut. în acest caz, imaginea obiectului cade pe o singură terminaţie a nervilor de pe retină, şi nu se extinde în acelaşi timp pe mai multe corpuri sen

87

zitive. Astfel, detaliile dispar şi vedem numai un punct. Observaţia ştiinţifică a obiectelor mici sau foarte îndepărtate a devenit posibilă numai cînd s-a construit un instrument care a mărit considerabil unghiul vizual al acestora. Asemenea instrumente sînt microscopul şi telescopul, care ne arată obiectele sub un unghi vizual mult mărit.

Imaginea de pe retină devine mai mare, se xtinde pe mai multe terminaţii ale nervului, şi astfel putem distinge pe obiect unele detalii care se contopesc într-un singur punct, cînd îl privim cu Microscop de la începutul se-ochiul liber. Atît descoperirea colului al XVI-lea. telescopului, cît şi a microscopului, au dat ştiinţelor naturale un avînt uriaş. Multe ramuri noi ale ştiinţei s-au bazat pe utilizarea lor, şi astăzi ele sînt mijloace indispensabile cercetărilor ştiinţifice, controlului de calitate în industrii şi agriculturii practice.

Telescopul a fost descoperit în Olanda pe la sfîrşitul secolului al XVII-lea şi trei inventatori îşi revendică dreptul de prioritate. In acelaşi timp, şi Galilei a construit în mod independent un telescop, pe care 1-a perfecţionat atît de mult, încît a putut examina cu el chiar şi unele corpuri cereşti. Este meritul său, nemuritor, că a fost primul care a îndreptat telescopul spre firmament.

Şi nu a făcut-o dintr-o curiozitate întîmplătoare. Galilei a cercetat, cu siguranţă, firmamentul, pentru a găsi acolo fapte noi, care să justifice sistemul lui Copernic. Realitatea a justificat şi chiar a întrecut aşteptările lui Galilei.

El a descoperit o mulţime de astre noi, pe care nu le-a putut vedea nimeni pînă atunci cu ochiul liber, şi a

14* . 87

demonstrat că zisa „calea laptelui" este de fapt o aglomeraţie imensă de astre mici.

Cu ajutorul telescopului a putut descoperi munţii şi văile din lună, şi, în sfîrşit, tot el a văzut, primul, pe firmament, imaginea vie a sistemului lui Copernic: cei 4 sateliţi ai lui Jupiter, care se rotesc în jurul lui, cum se roteşte luna în jurul pămîntului. De la Galilei încoace, telescopul a mai suferit multe perfecţionări, şi astfel el a devenit un mijloc de nelipsit al astronomiei.

Nici importanţa microscopului nu este mai mică.

El a deschis în faţa omenirii o lume nouă: lumea imensă a vietăţilor invizibile cu ochiul liber. Astăzi, considerăm microscopul ca fiind un adevărat simbol: simbolul biologiei materialiste. Microscopul este unealta de nelipsit a cercetătorilor materiei vii. Se spune că a fost descoperit de către olandezul Zaharias Jansen, de meserie optician. La început, nu s-a putut realiza decît o mărire de 10 pînă la 20 ori, dar cu timpul gradul de mărire a sporit mereu.

Invenţia nouă se răspîndise la începutul secolului al XVII-lea în multe părţi ale pămîntului. Primul care a folosit telescopul pentru scopuri ştiinţifice a fost Galilei, iar microscopul a fost pus pentru întîia oară în slujba ştiinţei de englezul Hooke şi de olandezul Leeuvenhoek. Mai ales activitatea acestuia din urmă are o mare însemnătate pentru dezvoltarea biologiei.

El a observat, primul, cu aparatul său, microorganismele unicelulare, amoebele şi bacteriile.

Astăzi, microscopul a devenit instrumentul cel mai comun al cercetărilor biologice.

Capacitatea noastră de judecată ne părăseşte

Multe experienţe ne arată că ceea ce vedem nu corespunde întotdeauna cu realitatea. Vorbim în asemenea cazuri despre „iluzii optice", dar această expresie nu este justă. Sim

88

ţurile noastre nu ne înşeală! Dar atunci, ce provoacă zisele iluzii?

Majoritatea lor provine de la faptul că nu vedem numai, ci judecăm în acelaşi timp, şi ajungem cîteodată, fără să
vrem, la rezultate uimitoare! în realitate, nu este o eroare a simţurilor, ci a capacităţii noastre de judecată! Este vre-o linie mai lungă?

Vom înţelege imediat, dînd cîteva exemple, din care unele sînt poate cunoscute. Să privim, astfel, figura de mai sus. Cu ajutorul unui compas ne putem convinge uşor că cele 4 linii au aceeaşi lungime, deşi ni se par diferite. Noi prelungim în gînd liniile care au sub o formă sau alta o continuare, iar cele mai groase ni se par mai scurte! Este cunoscut faptul că purtătorul unei îmbrăcăminţi cu linii transversale pare mai lat şi mai scund. Priviţi numai pătratele A şi B: apreciind înălţimea formelor A şi B, eroarea noastră este provocată de faptul că,
în gînd continuăm involuntar haşurarea lor! Acesta este motivul pentru care figura A ni se pare mai îngustă şi mai înaltă, iar B mai lată si mai mică. Care este motivul cons

88

tătarii contrarii în legătură cu îmbrăcămintile în dungi verticale?

Omul cu statură mai mică, nu numai că nu pare mu: „subţirel" dacă îmbracă o haină cu dungi transversale, ci,
din contră, pare mai îndesat. Cînd privim o asemenea haină, nu o putem cuprinde dintr-odată, fără a mişca ochiul. Urmărim, deci, în mod involuntar, dungile. Efortul muşchilor ochilor ne face să mărim, în mintea noastră, dimensiunile obiectului, în direcţia dungilor. De altfel, totdeauna supunem unuT efort muşchii ochilor noştri, dacă privim obiecte mari, ce depăşesc cîmpul vizual. Cînd privim însă micul desen naşurat, din această pagină, ochiul rămîne nemişcat şi muşchii lui nu obosesc.

Pentru acelaşi motiv ni se pare că vedem în figură un dreptunghi, deşi ne putem convinge uşor, cu ajutorul compasului, că este un pătrat!

Care este mai mare?

v

Dar vedeţi ac ,m care dintre elipsele din figură este mai mare: cea de jos sau cea interioară de
sus ?

Ni se pare că cea de jos este mai mare, deşi ele sînt perfect egale. Numai din cauza elipsei exterioare înconjurătoare, ni se pare că cea din interior ar fi mai mică. Iluzia mai este accentuată şi de faptul că imaginea nu ne apare în plan, ci în spaţiu, sub forma unei găleţi.

88

Elipsele sînt transformate, în mod involuntar, de minte-noastiă, în cercuri turtite, iar liniile drepte laterale se trans-
rn
formă în pereţii găleţii. In figura următoare, distanţa dintre punctele a şi b pare mai mare, decît cea dintie punctele m şi n.

Scară sau armonică?

f~\ După|cum am mai spus, eroarea în „iluziile optice" constă în dublul proces ce se petrece simultan în mintea noastră: vedem şi apreciem. Bine spun unii savanţiTcă: „nu privim cu

Ce să fie: scară? armonică?...

ochiul, ci'cu creierul!" Vom recunoaşte şi mai bine justeţea acestei afirmaţii, dacă facem cunoştinţă cu iluziile la care

88

imaginaţia observatorului participă în mod conştient, atunci cînd se formează imaginea.

Dacă ne întreabă cineva: ce reprezintă figura din stînga?, — putem răspunde în trei sau chiar în mai multe feluri. Vedem o scară, capătul unui zid neterminat, sau o bucată de carton îndoită în formă de armonică! Depinde de poziţia din care privim: de la stînga, din colţul drept, sau în direcţia transversală! Dacă ne uităm timp mai îndelungat, atenţia slăbeşte şi atunci ne apar alternativ prima, a doua şi a treia imagine,— independent de aceea pe care vrem s-o^vedem.
In figura'din dreapta, vedem două cuburi jos şi unul sus, apoi invers, apoi ca la început, imaginea alternînd mereu...
î Cîteva exemple în* plus
Nu există explicaţii ^pentru orice^iluzie optică. Adesea nici nu putem stabili şirul de raţionamente ce se produc în
Arcuirea pare evidentă... Linii...   „înşelătoare"
mintea noastră, necum'să ne mai dăm seama unde stă eroarea! în figura de mai sus, de pildă, vedem două arcuri, îndrep

II I
^^^^^^^^
tate unul spre altul cu partea cea convexă. în realitate, nici vorbă nu e de aşa^ceva. Aşezaţi lingă aceste arcuri aparente o linie! Se vede imediat că „arcurile" sînt linii drepte. Dacă privim imaginea lor pe lung şi dintr-o parte 4faţă de linia ochiului, ne putem convinge de acest lucru şi fără riglă. Fixînd vîrful creionului pe oricare dintre punctele imaginii şi concentrîndu-ne privirea asupra acestui punct, iluzia dispare imediat. Cauza acestei iluzii încă nu a fost clarificată. Şi figurile următoare provoacă erori similare: liniile paralele din primul grup apar convergente şi dău impresia că sînt împărţite în porţiuni inegale. Dacă le privim însă sub o lumină care se aprinde şi se stinge, ele nu mai induc ochiul în eroare. Aceste iluzi1 par să fie în legătură cu mişcarea ochiului: cînd privim un timp mai scurt, mişcarea nu se poate produce. Liniuţele din partea inferioară a ultimei figuri par de lungimi diferite, şi anume cele din dreapta par mai scurte decît cele din stînga.
Toate au însă aceeaşi lungime şi chiar cele două suprafeţe haşurate au aceeaşi suprafaţă.
Ele sînt paralelograme, cu aceeaşi bază şi înălţime.
Se pot da multe explicaţii acestor iluzii interesante, dar nici una nu este complet satisfăcătoare. Un lucru este indiscutabil: motivul iluziilor trebuie căutat în aprecierea invo-
Sînt Regale, sau nu?

Imitară a raţiunii, într-un raţionament fals, a cărui intervenţie ne împiedică să vedem ceea ce imaginea reprezintă în realitate.
încotro merge roata?
Dacă privim printre şipcile unui gard un automobil care goneşte pe şosea, putem constata un fenomen ciudat: maşina merge cu o viteză ameţitoare şi cu toate acestea roţile ei nu se învîrtesc de loc, sau numai foarte puţin. Cîteodată se întîmplă chiar să vedem că roţile se învîrtesc în sens invers !
Această impresie ne-o dă faptul că printre şipci, mersul roţilor se vede cu intermitenţă. Şipcile gardului acoperă roţile la intervale egale, aşa încît în ochiul nostru nu ajunge decît efectul combinat a două mişcări diferite: învîrtirea reală a roţilor şi mişcarea ochiului nostru de-a lungul gardului. Există trei posibilităţi:
In primul caz, se poate întîmplă ca durata întreruperii să corespundă unui număr de rotaţii întregi a roţilor, şi atunci spiţele vor fi în aceeaşi poziţie cînd le privim prin spaţiul următor, ca şi înainte. Avînd în vedere că nici intervalele întreruperilor, nici viteza maşinii nu variază, fenomenul anterior se repetă, şi noi vedem spiţele mereu în aceeaşi poziţie!

Aceasta ne dă impresia că roata nu se învîrteşte de loc. 0 impresie identică avem atunci cînd roata nu face o învîrtitură completă, ci parcurge numai distanţe egale cu diferenţa dintre spiţe, în cursul deplasării de la o şipcă la alta a gardului. Astfel, noi vom vedea în faţa deschizăturii mereu alte spiţe, dar în aceeaşi poziţie, şi pentru că spiţele sînt uniforme, vedem aceeaşi imagine repetîndu-se mereu, ca în cazul anterior, dînd impresia statului pe loc.
Al doilea caz se petrece atunci cînd între două spaţii de gard, roata efectuează ceva mai mult decît o învîrtitură.
90
După cum am mai arătat, noi nu putem observa prin gard o învîrti tură întreagă. Deaceea percepem acum numai porţiunea mică ce depăşeşte o rotaţie completă şi avem impresia că roata se învîrteşte foarte încet.
In cel de-al treilea caz, roata face, între două şipci ale gardului, aproape o învîrtitură întreagă, numai că din ultima parte a rotirii lipseşte foarte puţin. în acest caz, avem impresia că spiţele se învîrtesc în sens contrar.
Dar mai sînt posibile şi alte nenumărate ciudăţenii. Dacă, de pildă, pe geanta roţii există un semn, iar spiţele sînt toate uniforme, se poate întîmpla să vedem geanta în-vîrtindu-se într-un sens, iar spiţele în sens contrar. Şi dacă însemnăm spiţele, sc poate întîmpla să vedem că ele se învîrtesc în sens contrar faţă de semn, şi atunci ni se va părea că seninul sare de pe o spiţă De alta!
90
Aceste fenomene se observa în mod curent la filme, cînd apar pe ecran o maşină sau un tren în plină viteză. Pelicula fixează imaginea roţii cu intermitenţe, în general în cîte 16 poziţii pe secundă. Aici se pot întîmplă aceleaşi trei cazuri, în funcţie de numărul de rotaţii făcute în timpul întreruperilor.
Este interesant faptul că, în timp ce maşina goneşte, putem stabili, cu ajutorul roţilor aparent nemişcate, care este numărul minim de rotaţii efectuate de roţi într-o secundă.
Dacă frecvenţa pătrăţelelor filmului este de 16 pe secundă, iar numărul spiţelor automobilului este de "pildă 12, putem calcula astfel: pătrăţelele peliculei sar de 16 ori pe secundă deci durata unei sărituri este de 1/16 secundă.
în acest timp, roata trebuie să se mişte cel puţin cu distanţa dintre două spiţe, ca s-o vedem în acelaşi loc. Dacă rotirea cu o spiţă durează 1/16 secundă, o rotaţie întreagă, adică deplasarea a 12 spiţe va fi de 12 ori mai mare: 12/16 sau trei sferturi de secundă.
Roata face deci într-o secundă, o rotaţie împărţită la trei sferturi, adică 4/3 rotaţii.
Acesta e minimum de rotaţii efectuat de roata maşinii. Rotaţia poate să fie însă de două sau trei ori mai mare.
Din numărul de rotaţii putem deduce şi viteza maşinii. Ea înaintează, de fiecare învîrtitură, o distanţă egală cu circumferinţa roţii.
De exemplu, dacă diametrul roţii este de 80 cm, circumferinţa ei va fi de 2,50 metri.
La 4/3 rotaţii, însemnează că avem o înaintare de 3,35 m pe secundă. Maşina parcurge într-o oră de 3 600 ori această distanţă, adică 12 km.
Viteza ei este, deci, de 12 km pe oră, sau un multiplu al acesteia.
Să nu credeţi că acest fenomen interesează numai ca simplă curiozitate: el se utilizează în tehnică pentru determinarea turaţiei unor axe, care se rotesc cu viteze mari.
90
Microscopul de timp
^Aşa arată discul care fo meazg baza microscopului de   timp.
Fenomenul de mai sus permite observarea învîrtiturilor rapide cu o încetinire foarte mare. Acest lucru trebuie să ni-1 închipuim ca pe filmele proiectate cu încetinitorul.
Baza microscopului de timp îl formează discu\ reprezentat în figură. Privit sub proiecţia unei lumini ce se aprinde la intervale regulate, în timp ce discul se învîrteşte, vom constata acelaşi fenomen ca la roata de automobil, văzută prin gardul de şipci! De pildă, în

cazul cînd lumina se aprinde de o sută de ori pe secundă, iar disculpe învîrteşte de 25 de ori, avem impresia că el stă pe loc. Dar dacă numărul aprinderilor pe secundă este de 101, discul nu se poate învîrti între două aprinderi cu o pătrime completă, ca în cazul anterior, adică sectorul de cerc respectiv nu ajunge în poziţia sa iniţială!
Ochiului i se pare atunci că discul rămîne cu o sutime în urmă.
într-o secundă, această rămînere în urmă însumează o rotaţie completă, dîndu-ne impresia că discul se învîrteşte în sens invers odată pe secundă.
Comparînd această rotaţie cu cea adevărată, constatăm că este de douăzeci şi cinci de ori mai înceată, şi de sens contrar! Putem realiza şi impresia rotaţiei mai lente, în acelaşi sens cu rotaţia adevărată, dacă reducem numărul de aprinderi ale sursei de lumină. De exemplu, la 99 de aprinderi pe secundă, ni se pare că discul se învîrteşte înainte, făcînd o rotaţie pe secundă.
91
Am obţinut astfel un microscop de timp cu o încetinire de 25 de ori. Putem mări gradul de încetinire, apropiind şi mai mult numărul aprinderilor, de pildă la^IOO pe secundă, în cazul cînd lumina se aprinde de 999 ori în zece secunde, încetinirea va fi de 250 de ori.
Cu ajutorul microscopului de timp se pot examina bine, încetinite foarte mult, mişcările periodice extrem de rapide. De aceea, aparatul se întrebuinţează în primul rînd pentru studierea unor mecanisme cu turaţii mari.
25. Care este viteza glonţului?
Pentru determinarea vitezei unui glonţ, se întrebuinţează o placă de carton gradată cu linii negre şi montată pe un cilindru de mare rotaţie.
Trăgătorul ocheşte în direcţia diametrului cilindrului. Dacă acesta stă nemişcat, glonţul va trece prin două puncte aflate faţă în faţă pe diametru. Dar cînd cilindrul se roteşte, el se deplasează în timpul cît glonţul parcurge distanţa între cele două puncte de pe circumferinţă, aşa încît glonţul pătrunde prin punctul C, în loc de punctul B.
Fie n turaţia cilindrului care are diametrul d. Calculaţi viteza glonţului, cu ajutorul lor şi a arcului BC !
91
Discul lui Nipkov
Prima figură reprezintă un disc în care s-au tăiat găuri mici, la^distanţe egale, de 2 mm, dispuse în formă de spi-
Cum sînt date găurile pe discul lui Nipkov
Discul lui Nipkov, aşa cum este el montat.
rală. Găurile se apropie deci, treptat, spre centrul discului, în figura a doua vedem discul, gata montat pe un ax în jurul căruia se poate roti. în faţa lui se află o ferestruică, iar în spate, un tablou de aceeaşi mărime cu ferestruica. Este limpede că privind prin aceasta, vom putea vedea cîte ceva din tablou, numai atunci cînd în faţa ferestrei se află o gaură. Dar şi atunci nu vom vedea decît atîta cît permite gaura! Cînd însă discul se învîrteşte cu viteză mare, tabloul se vede foarte bine. Dacă rotaţia se încetineşte, tabloul devine şters şi apoi dispare complet cînd discul se opreşte. Acest mic dispozitiv se numeşte discul lui Nipkov. Pe ce se bazează efectul său ciudat? Oare numai aparatul singur produce fenomenul descris? Desigur că nu!
Numai "cînd în faţa ferestruicii se află o gaură de pe disc, se mai vede ceva din tabloul aflat în spatele discului.
91
în afară de alcătuirea discului şi de mişcarea sa, mai e vorba şi de constituţia ochiului nostru, care contribuie în mare măsură la producerea fenomenului. într-adevăr, ochiul nostru reţine imaginea ce s-a format pe retină, timp de 1/20 secundă şi nici nu este în stare să perceapă o altă imagine în acest interval de timp.
Pe această însuşire a ochiului se bazează şi cinematografia. La filmare se fac cîte 24 de poze pe secundă, iar la proiecţie imaginile se succed la intervale de 1/24 secundă. Ochiul

nostru nu observă imagini separate şi astfel pozele proiectate într-o succesiune rapidă ne dau impresia unor mişcări   continui.
Să vedem acum ce se întîmplă, cînd discul lui Nipkov se învîrteşte repede. Gaura cea mai îndepărtată de la centru trece în faţa marginii superioare a ferestruicii. Dacă mişcarea este destul de rapidă, se vede întreaga fîşie din spatele găurii. Gaura următoare, aflată ceva mai aproape de centru, dezvăluie o altă fîşie a tabloului, cînd trece, cu mare viteză, în faţa cîmpului respectiv al ferestrei. Gaura a treia permite să vedem o a treia fîşie, şi aşa mai departe. Dacă şaiba se învîrteşte destul de repede, putem vedea întreg tabloul.
Televiziunea
Cînd ascultăm transmisia radiofonică a unui meci de fotbal interesant, toţi ne gîndim: ce bine ar fi dacă am putea să-1 şi vedem ! Dar iată, nu e departe vremea cînd toţi vom putea privi, de acasă, stînd în faţa aparatului de televiziune, o competiţie sportivă sau o piesă de teatru.
Pentru realizarea televiziunii au trebuit să se rezolve foarte multe probleme ştiinţifice şi tehnice, extrem de complicate.
Imaginea se transmite pe cale electrică. Dar nu se poate transmite întreagă, ci numai cîte o părticică, în formă de

punct, — aşa numitele elemente ale imaginii. Desigur, nu este necesar să descompunem imaginea în elemente desenate, tipărite sau fotografiate, deoarece orice imagine este formată din elemente.
Putem demonstra acest lucru dacă privim ilustraţia unei cărţi printr-o luptă. Deşi văzută cu ochiul liber părea a fi continua, imaginea se descompune în grupe de puncte separate. Deci vedem   totuşi o imagine continuă? Vom încerca să răspundem la această întrebare.
Desenaţi, pe o foaie de hîrtie, două pătrăţele negre, la o mică depărtare unul de altul. Aşezaţi foaia de hîrtie pe ceva înalt şi priviţi-o de la o distanţă de cîţiva metri: veţi vedea clar două pătrăţele. Dacă ne îndepărtăm acum încet, la o oarecare distanţă nu mai vedem două pătrăţele distincte, căci ele se contopesc pe hîrtie.
Explicaţia acestui fenomen este capacitatea de descompunere limitată a ochiului nostru, limita fiind de 1,5 minut de arc. Din cauza acestei însuşiri a ochiului nostru, ne este perfect indiferent dacă pe imagine există două puncte alăturate, distincte, sau doar un singur punct mai mare.
Dacă cele două puncte sînt destul de apropiate — mai aproape ca 1,5 minut de arc — ochiul nostru va vedea, oricum, unul singur. De aceea putem realiza orice imagine, din puncte alăturate, separate, mai deschise şi mai închise. Distanţa între puncte trebuie să fie, bine înţeles, destul de mică faţă de distanţa de la care privim.
Desigur că apare în mod firesc întrebarea: din cîte puncte este formată o imagine? Am putea crede că o imagine mică este formată din mai puţine elemente, şi una mare din mai multe. Totuşi nu e aşa ! Indiferent dacă e mare sau mică, imaginea cuprinde întotdeauna acelaşi număr de elemente.
Explicaţia acestui fenomen, aparent ciudat, trebuie căutată într-o altă însuşire a ochiului nostru. Dacă ţinem capul şi ochii nemişcaţi, vedem peisajul din faţa noastră sub un unghi

relativ mare. Vedem aproape tot ce se află în faţa noastră, adică unghiul nostru vizual este de aproape 180 de grade.
Dar asta nu însemnează că vedem totul la fel de bine. Ceea ce se află lateral nu se vede clar, şi abia distingem obiectele. Nu vedem clar decît o fîşie mică, şi anume întinderea care intră într-un unghi de circa 40 de grade. Acesta este unghiul vederii clare.
Imaginaţi-vă acum o fotografie de 12x18 cm. Dacă vrem s-o vedem foarte bine, trebuie s-o apropiem cît se poate de mult de ochiul nostru, dar în aşa fel încît toată imaginea să intre în unghiul vederii clare. Trebuie să ţinem deci fotografia la circa 25 cm distanţă. *

Dacă ne imaginăm însă o fotografie sau un tablou cu laturile de zece ori rnai mari decît cea dinainte, atunci trebuie s-o ţinem la o distanţă de zece ori mai mare, adică la 2,5 m, ca s-o vedem clar.
Trebuie să descompunem cele 40 de grade în părticele de 1,5 minute de arc, deoarece punctele mai mici nu se văd separat. Astfel: 2400 minute: 1,5 minute = 1600 de elemente pe care le putem distinge în lăţime. Avînd în vedere că înălţimea este de trei sferturi din lăţime, putem distinge în înălţime 1200 de elemente ale imaginii. Şi atunci: 1600X 1200=1 920 000 elemente vor exista pe imagine, dacă privim de la distanţa cea mai potrivită.
Staţia de emisiune pentru televiziune poate transmite simultan numai un singur element al imaginii? Cum putem face totuşi, ca să putem vedea imaginea întrjagă?
Ochiul nostru posedă din fericire proprietatea de a păstra un oarecare timp imaginea percepută, — adică pentru circa o zecime de secundă. Dacă elementele imaginii se succed mai rapid ca o zecime de secundă, ele se contopesc în ochiul nostru şi vedem imaginea -întreagă.
Prima întrebare este, deci, cum putem descompune în elemente destul de mici imaginea care trebuie transmisă.
şî cum putem transmite apoi, într-o succesiune destul de rapidă, elementele astfel obţinute.
Imaginea a fost descompusă, la început, mişcînd în faţa ei o ferestruică prin care se putea vedea totdeauna numai o porţiune minusculă a imaginii. Dar staţiile moderne de emisiune şi recepţie de televiziune funcţionează altfel.
Tubul catodic este partea esenţială a instalaţiei de televiziune. El e un tub de sticlă, în care s-a făcut vid, după ce s-au introdus o sîrmă şi un cilindru metalic. Aceştia sînt electrozii, legaţi de cei doi poli ai unei surse de curent.
Curentul electric nu poate să circule, deoarece spaţiul vid formează o întrerupere. Dar dacă sîrma, — denumită catodă — este încălzită pînă la incandescenţă, curentul începe să circule, deoarece catoda incandescentă emite electroni.
Electronii proiectaţi din catodă se numesc „raze catodice". Cu ajutorul unor dispozitive electrice, se poate face ca electronii să se concentreze într-un fascicul. Există materiale care luminează sub efectul electronilor îndreptaţi asupra lor.
Dacă interiorul pereţilor de sticlă ai tubului catodic se îmbracă într-un asemenea material, vom vedea sclipiri în locurile pe care cad razele catodice.
între cilindrul, — denumit anodă — şi ecranul lumi-niscent se intercalează două perechi de plăci. Cu ajutorul potenţialului electric, conectat cu aceste două perechi de plăci, putem devia razele catodice din calea lor. Una dintre perechi poate devia razele în direcţie orizontală şi cealaltă pereche le deviază vertical.
Postul emiţător de televiziune funcţionează astfel:
Imaginea care trebuie transmisă se proiectează cu ajutorul unor obiective fotografice pe exteriorul tubului catodic. Această porţiune a tubului are forma unui ecran şi chiar poartă această denumire.
Partea interioară a ecranului este îmbrăcată cu un material care, sub efectul luminii, emite electroni, şi anume cu

atît mai mulţi cu cît intensitatea luminii este mai mare. In afară de aceasta, pe ecran se gravează, prin linii extrem de fine, o reţea cu ochiuri mărunte. Liniile gravate nu se umplu cu material sensibil la lumină, ci numai ochiurile
Plici de devia/t
Ecran.
^C&tocfo     Anoc/a mcadescor»JD

Schema de principiu a tubului catodic. Raza care trece prin mijloc deviază din calea ei, sub efortul uneia dintre perechile de plăci de deviaţie.
Mole rial {Iucrescu ni
Ecranul cu reţea al tubului catodic, folosit pentru emisiunea imaginii filmului. Liniile reţelei se gravează în sticlă, iar „găurile" se acoperă cu un strat de material fluorescent.
dintre ele. Fiecare ochi îndeplineşte aici rolul ferestruicii care se mişcă în faţa imaginii cu ocazia primelor experienţe.
Sub efectul luminii care cade asupra lor, ochiurile emit mai mulţi sau mai puţini electroni. Astfel se schimbă şi încărcătura lor electrică, în timp ce perechile de plăci fac ca razele catodice să parcurgă toată suprafaţa interioară a ecranului.
Razele catodice dau „o imagine" a încărcăturii electrice a diferitelor ochiuri, şi oscilaţiile încărcăturii se transmit, printr-o staţie de radioemisiune, la aparatele de recepţie pentru televiziune.
In aparatele de recepţie pentru televiziune există un tub catodic identic, — denumit tubul de imagine — însă cu două diferenţe faţă de cel de la staţia de emisiune: pe ecranul său nu se gravează nici o reţea şi în afară de aceasta este îmbrăcat cu un material, care luminează sub efectul electronilor. El funcţionează deci tocmai invers ca tubul catodic
94
al staţiei de emisie. Razele catodice ale instalaţiei de recepţie sînt mişcate simultan şi în acelaşi fel ca razele tubului de emisie, folosindu-se perechi identice de plăci. Oscilaţiile încărcăturii electrice ale razelor catodice, sosite
Drumul razelor catodice pe ecranul cu reţea. Ele trec cu viteză mare, mai întîi peste rîndurile neperechi şi apoi peste cele perechi. Figura reprezintă momentul cînd razele şi-au terminat calea peste rîndurile neperechi şi au pornit de la punctul iniţial al rîndurilor perechi. Pe pătrăţelele peliculei filmului reprezentate în partea dreaptă, putem vedea rîndurile (fîşiile) separate.
de la staţia de emisie, reglează intensitatea razelor catodice care se mişcă pe tubul de imagine.
Cînd raza ajunge la tubul de emisie, pe o porţiune deschisă, razele catodice de pe tub devin mai puternice: locul corespunzător al ecranului devine mai luminos. Dacă, pe de altă parte, razele catodice ajung pe ecranul de emisie la o porţiune mai închisă, intensitatea razei care se mişcă pe tubul de recepţie scade şi ecranul se întunecă.
Pe ecranul tubului de recepţie se înşiră deci, într-o succesiune foarte rapidă, locuri cu o luminozitate diferită. Toate acestea se contopesc în ochiul nostru într-o singură imagine.
?94
în acest fel putem transmite numai imagini alb-negre. Transmiterea unor imagini fidel colorate este legată încă de numeroase probleme, şi a trebuit să se modifice în mod fundamental toată instalaţia de televiziune, pentru rezolvarea lor.
Puteţi vedea cît de greu se poate urmări şi înţelege chiar această descriere schematică. De aici ne putem da seama cît de lung şi greu a fost drumul pe care au trebuit să-1 parcurgă cercetătorii şi tehnicienii pînă au descoperit şi au realizat aparatele necesare. Insă ştiinţa nu cunoaşte probleme de nerezolvat !
Rezultalele primului plan cincinal al Ungariei au permis instalarea primului post de emisie de televiziune.
Patru miliarde de granule == un portret!
Am vrea să mărim uneori anumite fotografii ce prezintă interes, de pe uri clişeu format mic. Dar cît de mare ne este decepţia, cînd primim în locul pozei mărite imaginea unor puncte şi pete din care nu desluşim nimic. Se întîmpla, de pildă, că portretul se transformă, prin mărire, într-o siluetă vagă formată din nenumăraţi pistrui.
Privind „poza" de la o distanţă mai mare, parcă ne-am da seama ce reprezintă, dar din apropiere persoanele sînt de nerecunoscut! Fotograful, specialist, spune în acest caz:

poza are rastăr, adică o granulaţie mare, şi nu se poate mări! Dar care e baza fizică a fenomenului?
Fotografia se bazează pe transformările chimice provocate de lumină pe pelicula filmului sau pe placa sensibilă la lumină.
Materialul negativ — clişeul — este format de obicei dintr-un compus al argintului, din care acesta se separă sub efectul luminii. în locurile unde s-a depus argintul, filmul devine negru la developare.
95
Materialul sensibil la lumină trebuie aşternut pe pelicula filmului într-o emulsie foarte fin repartizată. Dar oricît de fină ar fi emulsia, argintul tot se separă în granule sub influenţa luminii.
Chimiştii au depus multe eforturi şi au făcut multe încercări, pînă ce au obţinut, pe filmele actuale, o granulaţie mai puţin vizibilă decît aveau cele de fabricaţie mai veche. Este caracteristic că pe filmele cu granulaţie mai mare, din trecut, faţa unui om era compusă din 4 milioane de granule, în vreme ce acum sînt aproape 4 miliarde.
Dar aceasta este numai una din cauzele granulaţiei prea mari a imaginilor. Şi cu filme de aceeaşi calitate se pot obţine filme mai mult sau mai puţin granulate, în funcţie de calitatea obiectivului aparatului fotografic.
Capacitatea de descompunere a imaginei, pe care o au lentilele obiectivului fotografic, influenţează şi ea asupra numărului de puncte care vor forma figura persoanei fotografiate. Cu cît capacitatea de descompunere a obiectivului este mai mare, cu atît mai multe puncte vor forma imaginea. Şi cu cît numărul punctelor este mai mare, cu atît mai amănunţită, mai coerentă este imaginea, şi cu atît mai bine se va putea mări.
Şi capacitatea de descompunere a ochiului nostru este limitată, de aceea imaginea formată din mai multe puncte se contopeşte la o anumită distanţă, redînd mai bine faţa persoanei respective.
Noaptea, toate vacile sînt negre!
Ce înseamnă, de fapt, această zicală? Dacă o înţelegem textual, ea nu exprimă decît ceva absolut de la sine înţeles, deoarece pe întuneric nu putem vedea nici un fel de obiect. Dar zicala se referă în mod evident nu la întunericul beznă, ci la penumbră.
95
Ea vrea 3a spună, că )a o lumină foarte slabă, ochiul nostru nu poate distinge culorile. Ne putem convinge foarte uşor de justeţea acestei afirmaţii. Putem observa că în penumbră diferenţele de culori dispar şi orice obiect capătă un colorit de un cenuşiu mai deschis sau mai închis.
„Razele soarelui abia pătrundeau prin jaluzelele lăsate — scria Cehov în nuvela sa „Scrisoarea", — penumbra ce domnea în cameră făcea ca întregul buchet de trandafiri, cît era de mare, să pară de o singură culoare".
Nenumărate experienţe de fizică au confirmat această observaţie.
Dacă luminăm slab o suprafaţă colorată cu o lumină albă, sau o suprafaţă albă cu o lumină colorată, ochiul nostru percepe la început o culoare complet cenuşie, fără nici un fel de nuanţe.
Mărind treptat intensitatea luminii, la un moment dat ochiul începe să distingă culorile. Acest moment — sau, mai precis, acest grad de intensitate a luminii, se cheamă „pragul inferior al perceptibilităţii culorilor".
S-a descoperit, însă, că perceptibilitatea culorilor are şi un prag superior. La o lumină prea puternică, ochiul nostru nu mai poate distinge nuanţele de culori, şi atunci orice suprafaţă colorată pare albă.
Curcubeul
Unul din cele mai frumoase fenomene ale naturii este curcubeul.

El poate fi văzut după ploaie şi culorile sale plăcute, blînde, înveselesc privirile. Nu este deci de mirare că omul primitiv a legat atîtea basme şi legende de acest fenomen, care a inspirat şi imaginaţia multor poeţi.
Versurile cele mai cunoscute din literatura maghiară, tratînd această temă, le găsim în poemul lui Arany Jânos
96
„Copilul şi curcubeul", în care un bătrîn sihastru explica unui copil — deziluzionat de visurile sale — următoarele:
Dorinţele puternic te atrag
Spre sferele de nepătruns, cereşti.
Te mistuie un dor, dar nu găseşti
Ce cauţi, alergînd, — ce-ţi este drag. *
E doar o amăgire, o-nşelare,
O rază caldă, rumenă, de soare,
Un zîmbet mîndru şi triumfător,
Care se frînge-n fiecare nor...
Şi norii fug, plîngînd, din calea lui...
Nu-i nicăieri! E jocul soarelui...
Copiii de azi învaţă la şcoală explicaţia ştiinţifică a formării curcubeului, pe care poetul o arată atît de frumos în versuri. Astfel, curcubeul apare atunci cînd razele de soare
Formarea curcubeului.
cad asupra unor nori, formaţi din picături de apă, şi cînd avem soarele în spate, iar în faţa noastră stau norii.
într-adevăr, acest zîmbet triumfător al soarelui, curcubeul, se formează din atingerea razelor sale cu picăturile de ploaie. Cînd o rază pătrunde în picătura de apă, ea se refrac
96
tă, şi de aceea lumina albă sc descompune în culorile din care este formată. Apoi razele colorate sînt reflectate de suprafaţa din spate a picăturii. La ieşirea din picătură, razele 1 colorate se refractă din
Drumul razelor de soare într-o pi- Formarea celui de al doi-
cătură de ploaie. lea curcubeu.
de ploaie. Fiecare picătură trimite, deci, — la o anumită poziţie a ochilor — numai o singură rază colorată. Dar într-un nor se află un număr imens de picături de ploaie, aşezate în toate direcţiile, aşa încît mulţimea de raze colorate formează întreg curcubeul.
Din figura alăturată se poate vedea că numai un număr din razele care cad asupra părţii superioare a picăturii ajung în ochiul observatorului, — fiindcă acesta stă, bineînţeles, mult mai jos decît norul de ploaie.
Acel număr redus de raze se refractă, se reflectă şi se refractă din nou, răspîndindu-se apoi în sus, în aer, şi nu în jos, spre ochiul observatorului!
Picătura de ploaie refractă mai puternic razele albastre decît pe cele roşii. De aceea — dacă privim cu atenţie figura — vedem că din picăturile superioare vor ajunge la ochiul
96
nostru razele roşii, în timp ce razele albastre, la care refracţia este mai accentuată, vor putea ajunge şi de la picăturile aflate mai jos.
Acesta este motivul pentru care vedem culoarea roşie a curcubeului totdeauna sus, iar jos vedem fîşia albastră.
De fapt, curcubeul nu este nicăieri. Fiecare picătură de ploaie din aer trimite spre pămînt asemenea raze, şi totalitatea lor ne dă minunata imagine a curcubeului. Fiecare vede deci „propriul" său curcubeu.
Excelent observator al naturii, Arany Jânos descrie astfel acest fenomen, la începutul poeziei sale:
„Cu două bolţi, minunea-ntre minuni Aşază răsăritului, cununi!"

De unde vine arcul dublu, pe care oricine 1-a putut observa adesea? Arcul al doilea are culori mai puţin vii decît curcubeul principal şi ele sînt aşezate în ordine inversă: sus este fîşia albastră şi jos cea roşie.
Acest curcubeu — aşa numit secundar — se formează cînd razele de soare ajung în partea inferioară a picăturilor de ploaie, unde suferă o refracţie dublă, după care ajung în ochii noştri. Această dublă refracţie şi reflecţie inversează ordinea culorilor; cele de jos vin sus, şi invers.

Forma curcubeului

Nu numai culorile, ci şi forma sa de boltă contribuie la frumuseţea curcubeului. în legătură cu aceasta, se pune întrebarea de ce are el întotdeauna forma unui arc de cerc? Iată de ce:
După refracţie şi reflecţie, unele picături de ploaie trimit în ochiul nostru raze roşii, iar altele trimit raze albastre, aceasta depinzînd de poziţia picăturii, faţă de soare şi faţă de ochiul nostru.

97

Picăturile de ploaie, care au aceeaşi poziţie faţă de soare şi faţă de ochiul nostru, se aflã pe un cerc. Razele de soare ajung la picăturile de ploaie, situate pe circumferinţa cercului, sub un unghi de aceeaşi mărime.
De ce vedem totdeauna curcubeul sub forma unui arc de cerc?
De aci, razele care ajung în ochiul nostru — să zicem, de exemplu, cele roşii — formează un con al cărui vîrf este tocmai în ochi.
Insă numai partea superioară a acestui con ajunge în ochiul nostru, — şi ea este însăşi bolta curcubeului — partea inferioară aflîndu-se sub orizont.
Centrul arcului de cerc al curcubeului se găseşte totdeauna pe linia dreaptă care leagă ochiul nostru cu soarele*
\
m

Cerul este albastru?

Firmamentul, întins cît vezi cu ochii deasupra noastră, este izvorul multor probleme de optică, şi „misterele" sale au preocupat omenirea din vremurile cele mai îndepărtate.
Poetul se întreabă şi el:
„Nu ne minte bolta cerului, cu haina De culoare-albastră? Care-i este taina?"
(Amny Jânos : „Ars Poetica" a lui Voitina)
După cum ştim, orice corp are în aparenţă culoarea razelor pe care le reflectă suprafaţa sa, în timp ce el absoarbe pe celelalte componente ale luminii albe. Aceasta să fie oare explicaţia culorii albastre a firmamentului? Imposibil, căci nu este voi*ba de un obiect cu o suprafaţă determinată. Aci, numai stratul de aer care înconjoară pămîntul provoacă impresia culorii albastre ! Să explicăm, deci, care este motivul:
Diferitele culori ale cerului, — fondul albastru, inelele care se văd cîteodată în jurul soarelui şi lunii, culoarea purpurie, argintie şi verde, de la răsăritul şi apusul soarelui — sînt provocate toate de efectul reciproc între razele luminoase şi moleculele care formează atmosfera, precum şi de particulele corpurilor străine care se găsesc suspendate în aer. Atmosfera nu conţine însă nici un fel de colorant, nimic din ce ar putea absorbi, sau lăsa să treacă, anumite culori.
Explicaţia trebuie căutată în undele prin care se propagă lumina. Firicelele de praf care plutesc în aer împrăştie undele de lumină la fel cum undele de apă se frîng pe pietrele din rîuri. Undele mai mari trec peste pietrele mai mici, dar undele mai mici se frîng.
Şi în lumina albă a soarelui există raze cu o lungime de undă mai mare, — razele roşii — iar altele cu o lungime de undă mai mică, — cele albastre. Firicelele de praf abat

97

mai uşor razele albastre din drumul lor, decît pe cele roşii, şi prin aceasta ele descompun lumina albă a soarelui în diferite culori.

în partea dinspre pămînt a atmosferei plutesc mai multe firicele de praf, decît în partea superioară. De aceea, în zorii zilei şi la asfinţit, cînd razele soarelui parcurg un drum mai lung — decît la prînz — prin straturile de jos ale atmosferei, lumina solară pare mai gălbuie; şi chiar roşiatică.

Razele albastre, difuze, abătute din drumul lor, dau cerului acea culoare albastră. Dacă n-ar fi aşa, cerul ar arăta negru iar stelele ar luci şi ziua. La altitudini foarte mari, unde nu avem deasupra decît o porţiune mai mică a atmosferei, cerul pare, într-adevăr, de o culoare mult mai închisă.

Mai putem observa şi altfel „puterea" particulelor de praf: de pildă, fumul ce se ridică dintr-un coş pare să fie albastru în faţa unui fond negru, mai ales cînd firicelele de praf care plutesc în el sînt extrem de mici. Acest lucru se întîmplă cînd fumul provine de la arderea lemnelor sau cînd cărbunii s-au transformat în jar. Fumul pare atunci albastru, deşi firele decărbune sînt negre ! Puterea de dispersare a luminii este deci mai puternică decît cea de absorbire.

Şi fumul ţigării rezematǎ de scrumieră este albastru, dar el devine cenuşiu cînd ţinem ţigara în gură! Acum, respiraţia caldă înconjoară particulele de fum cu vapori de apă, aşa încît ele se măresc şi dispersează nu numai undele scurte, ci şi pe cele mai lungi.

### De ce răsăritul şi apusul soarelui sînt purpurii?

Culorile minunate ale cerului de dimineaţă şi seară sînt demne de pana poeţilor.

„Coborînd, pe boltă, globul de jăratec Străluceşte-n purpuri, mîndru şi sălbatic..."

98

— scria Petofi, despre un apus de soare. Culoarea roşie a-prinsă a răsăritului şi apusului de soare mai este legată şi de alte fenomene. Conţinutul de vapori de apă, din timpul dimineţii şi serii, se condensează în atmosferă sub forma unor picături de ceaţă, care nu lasă să treacă decît razele roşii. Dar dacă atmosfera conţine prea mulţi vapori de apă, aceştia încep să se condenseze mai înainte de apusul soarelui şi atunci, — văzînd roşeaţa palidă a amurgului, spunem, pe drept cuvînt: „o să plouă!"

Dimineaţa, procesul este invers: ceaţa începe să se ridice, din cauza încălzirii aerului, dar numai după ce soarele s-a ridicat mai sus şi a bătut un timp oarecare. Lumina parcurge, în acest caz, un drum mai scurt în straturile inferioare, ceţoase, ale atmosferii, decît atunci cînd soarele apune.

De aceea roşeaţa serii este mai bătătoare la ochi, decît cea de dimineaţă. Dacă cerul este roşu şi dimineaţa, aceasta înseamnă că atmosfera conţine foarte mult abur, atît de mult, încît nici soarele nu poate împrăştia ceaţa. Ori, ce vreţi mai bun semn de ploaie, decît atmosfera încărcată cu vapori?

Cîteodată, roşeaţa creşte din cauza unui incendiu mare. Cînd a erupt vulcanul Cracatoa, acum 60 de ani, pretutindeni, pe tot globul, cerul prezenta o roşeaţa pronunţată, cu totul neobişnuită. La erupţia vulcanului au fost proiectate cantităţi mari de praf fin, pînă la mari înălţimi şi praful nu s-a depus decît după mult timp.

### Fiţi atenţi cînd cumpăraţi o haină albastră

Chiar aşa! E bine să fiţi atenţi. Nu, doar, că aţi lua-o prost cusută, dar se poate întîmpla uşor ca haina aleasă să fie verde şi nu albastră, cum aţi dorit-o! Sau. se poate şi

98

invers: s-o doriţi verde şi să cumpăraţi o haină albastră! De ce? Regretabila confuzie se întîmplă numai la cele două culori?

Da, într-adevăr, numai la aceste două culori! Explicaţia fenomenului este că în majoritatea magazinelor de textile lumina arde şi ziua ! Ori, lumina lămpilor noastre este gălbuie, conţinînd mult mai multe raze galbene, decît albastre şi verzi.

Corpurile albastre au această culoare pentru că, din razele care cad asupra lor, ele reflectă numai pe cele albastre, absorbind celelalte raze. Dar dacă lumina care cade asupra lor nu conţine raze albastre, ele nu au ce să reflecte, şi de aceea par cenuşii.

Şi materialele verzi par cenuşii la lumina lămpii. Ambele reflectă, în asemenea condiţiuni, prea puţină lumină albastră, respectiv verde, ca să se poată recunoaşte culoarea lor reală.
Putem demonstra acest lucru, dacă producem o flacără complet galbenă frecînd fitilul unei lămpi de spirt cu sare de bucătărie.
In lumina galbenă, orice obiect care nu este galben sau alb va apare de un cenuşiu murdar, sau chiar negru, dacă obiectul este mai închis.
Culorile sidefului
Sideful, din care se fac nasturi, agrafe, cutii sau diferite ornamente — deşi este alb — prezintă culori minunate, care radiază, parcă, în unde. Se spune că sideful „irizează".
Există şi insecte ale căror aripi irizează în asemenea culori sidefii.
De unde provine însuşirea aceasta, care face din fiecare loc al suprafeţei un „izvor" de culori, mereu schimbătoare?

V
Şi explicaţia acestui fenomen se bazează tot pe natura undelor luminii. Cînd se întîlnesc două raze de lumină, ele îşi schimbă totdeauna caracterul. Dacă poziţia lor este identică, atunci se suprapun, în mod firesc, şi se amplifică.
Dar dacă un vîrf se întîlneşte cu o vale, undele se slăbesc reciproc sau chiar se neutralizează complet. Foarte multe fenomene arată că acest lucru surprinzător, este adevărat: adăugînd lumină la lumină, obţinem uneori întuneric!
La întîlnirea a două raze de lumină albă, culorile care compun lumina albă se adună toate la un loc: roşu cu roşu, albastru cu albastru etc. Se poate întîmpla ca unele perechi de raze să se amplifice, iar alte perechi să se anihileze reciproc. In cazul acesta vom vedea suprafaţa ca fiind colorată, deşi ea a fost luminată numai de o lumină albă.
De pildă, dacă razele albastre se elimină reciproc, vedem restul de culori care compun lumina albă — puţin roşu-gălbui — rămînînd, deci, aşa numitele culori complementare ale albastrului.
Dar să revenim la sidef. Suprafaţa sidefului este brăzdată de foarte multe şănţuleţe, extrem de fine. Pantele deviază razele de lumină din calea lor şi acestea se întîlnesc atunci cu razele reflectate de suprafaţa lucioasă dintre brazde.
In funcţie de unghiul sub care cad razele pe suprafaţa sidefului şi în ochiul nostru — se anihilează mereu perechile de raze, avînd alte culori. In consecinţă, şi restul culorilor, care nu au fost absorbite, variază încontinuu la cea mai mică mişcare a capului, sau a obiectului.
Baloane de săpun
Şi baloanele de săpun fac minunate unde sidefii, deşi suprafaţa lor nu are brazde !
Atunci, de unde vine coloritul lor, de toată frumuseţea?
16
99
Baloanele acestea sînt formate dintr-un strat foarte subţire de apă cu săpun, a cărui suprafaţă, interioară şi exterioară, reflectă deopotrivă lumina. Razele de lumină reflectate se întîlnesc şi se amplifică, sau se slăbesc reciproc, în funcţie de culoarea lor şi de grosimea balonului.
Grosimea pereţilor balonului de săpun se schimbă însă neîncetat. într-un loc se neutralizează razele roşii — şi a-colo vom vedea o culoare verde-albăstruie — iar în alt loc vor dispare cele galbene — şi aici va apare o culoare verzuie etc.
Putem observa acelaşi fenomen în şanţurile străzilor, dacă pe apa lor pluteşte un strat subţire de ulei, scurs de la automobilele ce-au trecut pe acolo. Iar tabla de oţel prezintă şi ea culorile spectrului, cînd este acoperită cu un strat subţire de oxizi.
•
Fotografierea orizontului

Cele mai multe animale privesc cu fiecare ochi, separat. Ele nu văd obiectele în spaţiu, în schimb cîmpul lor vizual este mult mai larg decît al omului. Prima din figuri reprezintă cîmpul vizual al omului: ambii ochi văd în plan orizontal, într-un unghi de 120° şi cele două cîmpuri vizuale se suprapun aproape complet, cînd ochii sînt nemişcaţi.
Cealaltă figură reprezintă cîmpul vizual al ochilor de iepure. Iepurele vede cu ochii — aflaţi la o distanţă apreciabilă unul de altul — şi ceea ce se află în spatele său, în schimb nu vede ce se petrece imediat înaintea nasului!
Omul are mijloace optice, cu care poate să-şi întărească vederea, să-şi completeze lipsurile vizuale şi chiar să fixeze imaginea văzută. Dar şi aceste mijloace, ca telescopul, binoclul sau aparatul fotografic, au un cîmp vizual limitat.
Astăzi putem modifica însă cîmpul vizual al acestor mijloace optice. S-a dovedit că schimbarea cîmpului vizual niQ
100
difică în mod complet impresiile noastre despre lume. Lâ Universitate, s-au pus cîtorva studenţi ochelari speciali: unul dintre aceşti ochelari a făcut sa dispară dreptele paralele, celălalt prezenta liniile curbe ca şi cum ar fi
Cîmpul vizual al ochiului omenesc. Cîmpul vizual al ochiului
de iepure.
fost drepte etc. Studenţii nu s-au putut orienta timp de mai multe zile, pînă s-au obişnuit cu lumea aceasta nouă! Dar cînd şi-au scos ochelarii, iar nu s-au mai putut orienta!
S-au făcut şi lentile cu un unghi vizual foarte mare, lentile care pot servi la fotografierea întregului orizont, dacă ele sînt ţinute drept în sus. O anumită deformare nu se poate evita, bineînţeles, în acest caz, deoarece trebuie lentila să reprezinte o emisferă, într-un plan.
Dacă am ţine un aparat fotografic, prevăzut cu un obiectiv, avînd un unghi vizual de 180° în poziţie obişnuită, — pe fotografie ne-ar apare numai capul şi picioarele ! Ar fi o fotografie hazlie !
Dar asemenea obiective de mare precizie nu au fost făcute pentru scopuri hazlii!
Acest sistem de lentile are o importanţă ştiinţifică foarte serioasă, deoarece cu ajutorul lui s-a putut fotografia simultan tot firmamentul.
De mare folos este, de asemenea, pentru observarea aurorei boreale.
16*
100
Lentila de „cauciuc"
Secretul lentilelor cu cîmp vizual mare se află în distanţa lor focală. O lentilă cu o distanţă focală de 5 cm cuprinde un cîmp vizual mai mare decît una a cărei distanţă focală este de 9 sau 13 cm.
Obţinem fotografii şi mai interesante cu lentile sau cu un sistem de lentile, a căror distanţă focală este variabilă. Un asemenea obiectiv se comportă ca şi cum ar fi odată convex şi altădatăsconcav, de parcă ar fi fost confecţionat din material elastic, din cauciuc, de exemplu.
Soluţia cea mai simplă a unei asemenea lentile de „cauciuc" este formaţia de 3 lentile, dintre care cea din mijloc poate fi deplasată între celelalte două. Prima corespunde unei lentile de telescop, care concentrează razele sosite de la un obiect îndepărtat.
Lentila din mijloc reglează mărimea cu care lentila din spate proiectează imaginea pe placa fotografică, sau pe film.
Dacă deplasăm înainte lentila din mijloc, imaginea va fi mai mare, aşa încît va da impresia că ne-am apropiat cu a-paratul fotografic spre obiect. Dacă dăm mai înapoi lentila din mijloc, imaginea se micşorează, ca şi cum ne-am îndepărta de obiect.
Putem deci mări sau micşora, cu ajutorul lentilei din mijloc distanţa focală, în aşa fel încît imaginea să rămînă totdeauna clară. Cu asemenea lentile se pot realiza efecte de filmare foarte interesante, ciudate şi hazlii.

## Secretul licuricilor

Care dintre noi, plimbîndu-se în preajma unei păduri, prin întunericul nopţilor de vară, nu a admirat lumina sclipitoare, verzuie, a licuricilor? Ei clipesc şiret, în taina nopţii, ca nişte felinare minuscule.

101

Această scînteiere a preocupat, bineînţeles, şi pe oamenii de ştiinţă, care au cercetat în fel şi chip, să afle de unde vine lumina licuricilor? în legătură cu ea, s-au emis mai multe teorii şi s-au purtat nenumărate discuţii.

Astăzi problema poate fi considerată ca soluţionată. Aşa cum se întîmpla adesea în istoria ştiinţei, — cheia soluţiei a fost furnizată de o întîmplare. Doi cercetători germani au observat, în cursul unor experienţe chimice, că alambicurile şi eprubetele lor — toate de sticlă — au început deodată să lucească într-o lumină misterioasă ! Dar nu au putut îndepărta, în nici un fel, lumina care îi supăra.

Au început să cerceteze atunci care este cauza ciudatei lumini, şi au constatat, curînd, că unele materiale emit raze luminoase, fără să dea şi căldură, dacă în procesul respectiv este prezentă o cantitate de oxigen foarte proaspăt, care s-a format în clipa aceea !

în acest caz, atomii de oxigen nu se unesc imediat între ei, formînd molecule, fiindcă valenţa lor chimică, liberă, caută parcă să vadă cu ce element se poate uni. în timp ce materiile care luminează şi dau în acelaşi timp căldură, se consumă, — oxigenul rămîne neschimbat din punct de vedere cantitativ, deşi este neapărată nevoie de el pentru producerea luminii.

In procesul chimic care are loc, se formează tot atîta oxigen cît se consumă. El iese dintr-o combinaţie şi trece în cealaltă. Acelaşi proces chimic are loc şi în corpul licuricilor. Dar cine produce acolo atomii proaspeţi de oxigen? Desigur, celulele vii din corpul insectei. Şi de ce? Deocamdată nu se ştie ce anume provoacă acest proces chimic în celulele vii.

## Lumină fără căldură

In cel de al 8-lea deceniu al secolului al XIX-lea, s-a descoperit că unele surse de lumină produc această energie fără a produce în acelaşi timp şi căldură, în timp ce marca majori

101

tate a surselor de lumina emit şi căldură odată cu razele luminoase.

Fenomenele acestea, din care face parte şi cel descris anterior, au fost denumite „luminescenţe". După cum am văzut, şi lumina licuricilor este de acest gen, şi se datoreşte unui proces chimic. Un asemenea fenomen se cheamă „luminescenţă chimică".

Un alt gen de luminescenţă cere ca sursa de lumină să fi fost luminată în prealabil. Aceasta este „fotoluminescenţa". Fosforul galben, de pildă, prezintă un astfel de fenomen, lumi-nînd în întuneric cu lumină albăstruie. Spunem atunci, după numele fosforului, „fosforescenţă".

Dar după ce fenomenul a fost cercetat mai de aproape, s-a dovedit că şi capacitatea de luminescenţă a fosforului provine de la oxigen, aşa încît în realitate este vorba tot de o luminescenţă chimică. Denumirea a fost însă păstrată. Astfel, spunem că sînt fosforescente acele materiale care luminează dacă au stat mai înainte sub influenţa luminii.

Alte materiale luminează imediat cînd ele înşile sînt luminate: ele sînt fluorescente. Denumirea vine de acolo că acest fenomen luminos a fost constatat pentru prima oară la materiale care conţin fluor.

Este interesant de ştiut încă ceva despre luminescenţă materiilor cu conţinut de fluor: s-a dovedit ulterior că ele nici nu sînt fluorescente, ci fosforescente.

Electricitatea produce lumină împreună cu căldura, ba mai mult, cea mai mare parte a energiei folosite pentru iluminatul electric se transformă în căldură, şi numai 3—4% se valorifică sub formă de lumină. Din valoarea notei noastre de plată pentru consumul energiei electrice, numai o parte foarte mică se cuvine pentru lumină.

Este deci explicabilă deosebita preocupare a inventatorilor faţă de problema găsirii unei surse de lumină care să dea cît mai multe raze luminoase şi cît mai puţină căldură. In
102
multe locuri, şl mai ales în birouri, se întrebuinţează astăzi tuburi luminescente, care furnizează o lumină mult mai ieftină decît becurile electrice, obişnuite. Ele transformă 10% din energie în lumină.
Şi acum, încă un fenomen interesant: s-a dovedit că unul din componenţii sîngelui emite de asemenea lumină, dacă participă la un proces chimic corespunzător. în acest caz, lu-mina este cu atît mai puternică, cu cît pata de sînge este mai veche.
Chiar şi cantităţi extrem de mici produc acest fenomen luminos „trădător": 5 picături de sînge în 6 litri de apă sînt suficiente pentru a-1 face perceptibil. Astfel, fizica a pus la îndemîna cercetărilor penale încă un excelent sistem, cu ajutorul căruia se poate dovedi prezenţa urmelor de sînge, acolo unde ochiul liber nu le poate vedea.
Ce ne spune spectrul?
Descompunerea în diferite culori a luminii albe se cunoaşte de mult. Şi Newton s-a ocupat cu explicarea acestui fenomen dar abia la începutul secolului al XIX-lea s-a văzut cît de multe lucruri ne spune spectrul despre lumea în care trăim.
Un tînăr optician din Munchen, pe numele său Frauenho-fer, este cel care a început să studieze împrăştierea luminii. Un accident i-a dat posibilitatea să facă acest lucru: o oglindă s-a răsturnat şi s-a spart, un ciob de sticlă i-a rănit mîna. Pentru acest accident, regele Bavariei i-a dat o despăgubire, iar cu banii el şi-a cumpărat cărţi şi a început să experimenteze.
Studia spectrul cu ajutorul unor prize şi lentile pe care şi le confecţiona singur, şi făcea experienţe cu diferite surse de lumină. Cu această ocazie, el a observat că atunci cînd introducea sare în flacăra lămpii de spirt şi de ulei, apărea, pe spectru, într-un anumit loc, — şi anume acolo unde de
102
obicei se ivea culoarea galbena, — o fîşie luminoasă strict delimitată.
Atenţia i-a fost îndreptată, mai ales, asupra spectrului solar. El lăsa să cadă, printr-o crăpătură îngustă, lumina solară pe o priză, şi examina, cu un telescop, spectrul astfel obţinut. Aşa a observat că în spectrul solar există o mulţime de linii negre, şi a numărat pînă la 700 ! Dar de unde se nasc ele? Asemenea linii negre nu au putut fi găsite în spectrul niciurieia dintre sursele de lumină artificială !
Cercetările lui Frauenhofer au fost dezvoltate de mulţi alţi oameni de ştiinţă, pînă cînd analiza spectrală a devenit ceva indispensabil ştiinţei şi tehnicii.
Astăzi se ştie precis că lumina unui fir incandescent sau a lămpii cu arc, după ce a trecut printr-o prizmă, produce un spectru continuu, fără linii negre. Dar dacă lumina emană de la gaze incandescente, obţinem linii luminoase, izolate, ale spectrului. De exemplu, gazele de sodiu incandescente produc două linii de un galben puternic în locul unde se situează culoarea galbenă.
Există deci spectre continui şi lineare, primele fiind produse de lumina unor materiale solide, iar cele din urmă — de lumina gazelor şi a vaporilor incandescenţi. Dar cine produce un spectru ca cel al soarelui, care este întrerupt de multiple linii negre?
S-a constatat că, în cazul cînd lumina unor materii solide incandescente trece prin gaze sau vapori, acestea au efectul unor filtre: ele filtrează şi reţin din lumina materialului incandescent aceleaşi raze pe care ele înşile le emit în stare incandescentă.
Dar, dacă este aşa, lumina lămpii cu arc, care trece prin vapori incandescenţi de sodiu, ar trebui să producă un spectru la care culoarea galbenă să fie mult mai intensivă decît celelalte culori, deoarece galbenul a existat şi în lumina albă, iniţială, la care s-a mai adăugat linia galbenă a vaporilor!

Şi totuşi nu s-a întîmplat aşa, deoarece în locul liniilor galbene, de sodiu, ale luminii lămpii cu arc, care a trecut prin vapori de sodiu, — au apărut linii negre, la fel cu cele pe care le-a găsit Frauenhofer în spectrul solar!
într-adevăr, vaporii de sodiu emit o culoare galbenă mult mai palidă decît culorile spectrului lămpii cu arc, şi de aceea nu s-a văzut aproape nimic în locul liniilor galbene, care au fost reţinute ca printr-un filtru. Astfel s-au produs liniile negre.
Liniile negre din spectrul solar ne destăinuiesc că materiile incandescente ale soarelui sînt înconjurate de vapori şi de gaze. Despre fiecare dintre acestea ne vorbeşte cîte o mică linie neagră.
Cunoaştem astăzi în spectrul solar circa 10.000 de asemenea linii.
Cu ajutorul lor am aflat că soarele se compune din aceleaşi elemente pe care le-am găsit şi pe pămînt. Spectrul unor pete de nebuloase au dat linii luminoase: acestea sînt aşadar sfere incandescente gazoase, fără miez solid.
Cercetîndu-se în anul 1868 spectrul solar, a fost descoperită o linie neagră necunoscută. Nici unul din elementele chimice cunoscute pe pămînt nu prezenta această culoare. Se părea că în soare există totuşi şi alte elemente. Dar Frauenho fer şi ceilalţi oameni de ştiinţă au avut ferma convingere că soarele şi pămîntul sînt formate din aceleaşi materii. Ei au dat elementului necunoscut numele de heliu, după numele grecesc al soarelui (Helios) şi au început să caute acest element nou.
Fabricile de produse optice nu erau în stare să furnizeze atîtea aparate pentru analiza spectrală, cîte au fost comandate de cercetători pentru munca lor. In anul 1882, în sfîrşit, heliul a fost găsit de un fizician italian în lava Vezuviului, iar după alţi 30 de ani elementul a putut fi produs şi pe cale artificială, dintr-un minereu.
103
Analiza spectrală a rămas victorioasă, şi de atunci ea păşeşte mereu înainte din succes în succes.
Marele avantaj al acestui sistem este că se poate demonstra, cu ajutorul lui, prezenţa unor cantităţi chiar extrem de reduse: Spectrul indică şi a 1/14 000 000-a parte dintr-un mili-gram de sodiu, sau a 1/60 000-a parte dintr-un miligram de litiu.
Ne putem imagina ce ajutor imens aduce această metodă acolo unde este important să ştim care sînt componenţii unui material, în produsele unei fabrici de pildă. Analiza spectrală a devenit astăzi un mijloc important al controlului de calitate în uzine.
In laboratorul de -analiză spectrală al uzinelor de la Csepel se stabileşte, astfel, dacă unele aliaje de alamă conţin plumb. într-adevăr, un conţinut de 1,5—2% plumb influenţează în mod favorabil posibilitatea de prelucrare a alamei. Sau din contră: în unele metale,prezenţa impurităţilor influenţează în rău.
Unele metale reduc considerabil conductibilitatea electrică a aluminiului, chiar dacă ele sînt prezente numai sub formă de urme. Degeaba sîrmele de aluminiu, de calitate necorespunzătoare, au fost supuse unor analize chimice îndelungate şi complicate. Acestea nu au putut arăta de ce conductorii proveniţi dintr-o şarjă sînt buni, iar cei dintr-o altă şarjă sînt necorespunzători! Problema a fost rezolvată prin analiza spectrală. Inginerii au aşteptat cu nerăbdare momentul în care au putut vedea care este diferenţa între spectrele provenind din sîrmele confecţionate din cele două şarje. Pe conductorii cu o conductibilitate slabă au apărut, conform aşteptărilor, liniile unor metale străine. Deoarece liniile spectrale ale tuturor •elementelor existente erau stabilite cu multă precizie, s-a dovedit că în acest caz în aluminiu ajunsese un alt metal: vanadiu.
103
Prin analiza spectrală se poate stabili nu numai prezenţa unui element, ci şi cantitatea sa. Chiar şi primii cercetători, Bunsen şi Kirchhof, au constatat că liniile spectrale sînt cu atît mai puternice, cu cît procentul materiilor ce le provoacă este mai mare, în materialul analizat. Cercetătorii trebuie să cunoască, bineînţeles, în acest scop, proprietăţile liniilor

spectrale. în legătură cu aceste date, s-au întocmit tabele comparative ale valorilor obţinute.
Se poate constata, în modul cel mai precis, nu numai componenţa metalelor, ci, de pildă, şi a apelor minerale, folosin-du-se analiza spectrală. Ea poate fi întrebuinţată foarte bine şi pentru scopuri medicale, căci în organismul omenesc chiar şi cantităţile cele mai mici ale unor materii pot provoca, a-desea, boli grave. Spectrul sîngelui, de exemplu, ne arată intoxicaţiile cu gaze de oxid de carbon.
în agricultură, este extrem de important să se cunoască compoziţia solului, şi agronomii o constată tot prin analiza spectrală.
De asemenea, pentru soluţionarea unui mare număr de alte probleme ştiinţifice şi ale vieţii obişnuite, — analiza spectrală, invenţia opticianului de la Munchen, s-a dovedit de un nepreţuit ajutor.

## Biblioteca din buzunarul vestei

De cînd s-a reuşit să se fabrice filme fără granule, fotografia a căpătat un rol tot mai important în domeniul bibliotecilor şi arhivelor. Bibliotecile îşi pot procura şi păstra cu destulă greutate cărţile şi revistele ce apar.
De aceea, în ultimul deceniu, s-a răspîndit tot mai mult practica de a fotocopia textul cărţilor, fotografiindu-le cu o micşorare puternică pe „microfilme". S-a calculat exact pînă la ce dimensiuni se poate micşora un text tipărit. Astfel, s-au eliberat spaţii extrem de mari.
104
Dar microfilmele mai prezintă şi alte avantaje. Dacă cineva ar vrea să citească unele pagini ale cărţii, care există numai la Leningrad, în Biblioteca Lenin, — i-ar fi foarte greu să-şi procure cartea. Existînd însă microfilmul, biblioteca Lenin îi va trimite, la cerere, o copie a acestuia. Fireşte că asemenea microfilme nu pot fi citite cu ochiul liber, ci este nevoie de aparate de citit corespunzătoare, care proiectează filmul, cu o mărire puternică, pe un geam mat. Asemenea a-parate de citit se întrebuinţează acum la toate bibliotecile mari.

# Capitolul XII

# ACUSTICA

## Mai repede ca sunetul

Eroii romanului lui Jules Verne „O călătorie în lună" pornesc la drum în proiectilul unui tun uriaş. Tunul aruncă acest obuz cu o viteză extraordinară, iar tragerea este însoţită de o detunătură asurzitoare, pe care însă călătorii nu o aud !
Ei se miră foarte mult de acest lucru, deşi „secretul" este uşor de înţeles: proiectilul se deplasează cu o viteză de 11 000 metri pe secundă, iar sunetul numai cu 340 metri pe secundă.
Detunătura nu poate să-i ajungă deci pe călători!
Am mai arătat în această carte că ideea lui Verne este irealizabilă, din mai multe motive. Totuşi, se folosesc de multă vreme proiectile ce merg mai repede ca sunetul.
Armele moderne, cu ţevi ghintuite, imprimă gloanţelor o viteză de aproape 3 ori mai mare decît viteza sunetului în aer, şi anume de 900 metri pe secundă. De aici rezultă că atunci cînd se trag focuri de armă şi auzim detunătura, sau şuieratul gloanţelor, nu mai trebuie să ne fie frică: glonţul ne-a ocolit de mult. El merge mai repede ca sunetul şi nimereşte victima înainte ca aceasta să fi auzit împuşcătura.
253

## Â explodat meteorul?

Apariţia meteorilor a fost legată de multe poveşti. Unii dintre „observatori" relatează că meteorul a explodat chiar deasupra capului lor, spărgîndu-se în două bucăţi, care au zbu-
A explodat meteorul?
rat în direcţii diferite. Să se fi întîmplat, într-adevăr, acest lucru?

Meteorii care ajung din univers în atmosfera pămîntului au o viteză uriaşă. Rezistenţa aerului le reduce viteza, totuşi ei se mişcă mult mai repede decît sunetul. Cînd meteorii taie aerul şi devin incandescenţi, ei provoacă de multe ori un zgomot care seamănă cu tunetul.

Să examinăm cum aude un observator acest sunet şi cum vede el, în acelaşi timp, drumul parcurs de meteorul incandescent. Meteorul se deplasează pe linia A—B, iar observatorul se află în punctul C. Sunetul pe care meteorul îl provoacă în punctul A ajunge mai tîrziu la observator decît cel provenit, de pildă, de la punctul D. Meteorul zboară mult mai repede decît sunetul. Există deci deasupra capului nostru un punct K, de unde sunetul provocat de meteori ajunge, ca şi primul, în punctul C. Locul punctului K poate fi determinat pe cale matematică şi în baza cunoştinţelor asupra vitezei sunetului. Rezultatul este că cele ce auzim nu seamănă de loc cu cele



ce vedem. Meteorul apare în faţa ochilor noştri pentru prima oară în punctul A şi se deplasează de aici în spre B. Pentru ureche însă, meteorul apare mai întîi în punctul K, după care îl auzim la distanţă egală faţă de K, dar în cealaltă parte. Observatorul care stă în punctul C are impresia că aude cum se rupe meteorul deasupra capului, adică în punctul K, de unde zboară în două direcţii opuse.

Deşi meteorii care ajung în atmosferă se sparg cîteodată într-adevăr, în mai multe bucăţi, este totuşi probabil că multe afirmaţii, ce susţin că meteorul a explodat „văzînd cu ochii", se bazează pe asemenea impresii acustice, înşelătoare.

## O convorbire plicticoasă!

Astăzi, viteza de 333 metri pe secundă, a sunetului, este o „tîrşîială lamentabilă", în comparaţie cu viteza telecomunicaţiilor electro-acustice.

Să ne imaginăm că în locul telefonului, funcţionînd pe cale electrică între Budapesta şi Moscova, se instalează un simplu tub acustic. Asemenea tuburi acustice au fost folosite în trecut la marile magazine, pentru comunicări între încăperile mai depărtate, şi mai ales la vapoare, unde legătura cu sala maşinilor se făcea pe această cale.

O convorbire între Budapesta şi Moscova, pe o distanţă de 1 500 km, cu ajutorul unor asemenea tuburi ar fi foarte ciudată. întrebarea, strigată de la Budapesta, s-ar auzi la Moscova după 75 de minute, deoarece sunetul are neapărată nevoie de acest interval de timp, pentru a parcurge distanţa de 1 500 km !

Răspunsul de la Moscova ar sosi şi el, fireşte, după alte 75 de minute. Deci cel care a pus întrebarea la Budapesta ar trebui să aştepte răspunsul timp de 2 ore şi jumătate ! De dimineaţa pînă seara s-ar putea schimba doar cîteva fraze. Asta ar fi. într-adevăr, o convorbire plicticoasă!



## Ştafete acustice, acum 160 de ani

în urmă cu 100 de ani, metoda telecomunicaţiilor descrisă mai sus ar fi fost încă extrem de rapidă. S-a păstrat istoria unei întîmplări care arată ce metodă s-a inventat în 1 796 pentru transmiterea rapidă a unei ştiri.

Se spune că începerea solemnităţii încoronării ţarului Pavel I a fost transmisă la Petersburg astfel: De-a lungul şoselei, care leagă cele două capitale, a fost postat la fiecare 200 de metri cîte un soldat. Cînd clopotele mitropoliei de la Moscova au dat primul sunet, soldatul cel mai apropiat a tras cu puşca în aer. Auzind semnalul, vecinul său a tras şi el, după aceea a tras a treia santinelă şi aşa mai departe pînă la Petersburg. în acest fel, semnalul începerii solemnităţilor a fost transmis „numai" în 3 ore ! La 3 ore de la primul dangăt al clopotelor din Moscova, au început să bubuie şi tunurile fortăreţei Petru şi Pavel.

Dacă la Petersburg s-ar fi putut auzi direct clopotele de la Moscova, sunetul lor ar fi sosit în capitala nordică după un interval de numai o jumătate de oră, căci atîta îi trebuia pentru a parcurge drumul de 650 km, între Moscova şi Petersburg. Rezultă, dar, că din

cele 3 ore consumate pentru comunicarea semnalului, numai o jumătate de oră a fost afectată transmiterii sunetului. Două ore şi jumătate au fost necesare ca soldaţii să tragă cu armele, în clipa cînd auzeau împuşcătura vecinului.
La fel funcţiona, în trecut, aşa-numitul telegraf optic. El transmitea semnalele luminoase de la o staţie la alta.
Şi revoluţionarii au folosit această metodă de telecomunicaţii pentru a apăra de poliţie întrunirile secrete, nocturne. Un şir de tovarăşi se răspîndeau de la locul întrunirilor pînă aproape de clădirea poliţiei şi, cînd era necesar, transmiteau semnalul de alarmă convenit, aprinzînd, cu întrerupere, lămpile de buzunar.

## Telegraf prin* „tam-tam"-uri de tobă

Transmiterea semnalelor pe calea sunetului este şi astăzi foarte răspîndită la popoarele primitive ale Africii, ale Ame-ricii Centrale şi ale Polinesiei, unde triburile folosesc în acest scop tobe speciale. Cînd se aud semnalele convenite, ele sînt repetate în toate locurile unde au fost auzite, şi evenimentele importante se fac astfel cunoscute, de-a lungul şi de-a latul unor teritorii vaste, într-un timp foarte scurt.
In timpul primului război dintre Italia şi Abisinia, negu-sul Menelic a fost informat despre deplasările trupelor italiene, prin intermediul telegrafului cu tobe. Ne putem imagina uşor surpriza statului major italian, care nu îşi putea închipui că abisinienii pot transmite ştirile atît de rapid!
în timpul celui de al doilea război italo-abisinian, mobilizarea generală a fost transmisă în acelaşi fel, de la Adis-Abeba.
Ordinul a ajuns în decurs de cîteva ore în cătunele cele mai îndepărtate ale ţării.
Exploratorii care au fost prin regiunile „sălbatice" descriu cît de bine au întocmit cîteva triburi africane sistemul semnalizărilor acustice. Ei posedă un „telegraf" mult mai perfect decît predecesorul telegrafului electric, — telegraful optic al europenilor!
Un explorator care se afla în anul 1917 în oraşul Ibada, de lîngă fluviul Niger, auzea zi şi noapte sunetul surd al tobelor. La întrebările sale, primi următorul răspuns: „marele vapor al oamenilor albi s-a scufundat, mulţi albi s-au înecat". Tobele au transmis această ştire.
Savantul a fost informat, abia după 3 zile, printr-o telegramă, despre scufundarea „Luzitaniei". Această transmitere a ştirilor a fost cu atît mai surprinzătoare, cu cît între Cairo şi Ibada trăiesc triburi ce vorbesc dialecte foarte diferite, triburi ce se aflau chiar pe picior de război.



## Cine aude glasul liliecilor?

Ţipetele liliecilor sînt de nelipsit la descrierea nopţilor de groază din poveştile evului mediu. Şi noi ne putem întîlni cu lilieci, dacă nu în castelele părăsite ale cavalerilor medievali, atunci sigur, cu ocazia vizitării unor peşteri.
De exemplu, la peştera Seleta de lîngă Lillafiired, în care s-au găsit şi urmele unor oameni preistorici, liliecii stau agăţaţi, ca nişte perdele dese, de pereţi şi de tavan. Zgomotul vizitatorilor trezeşte cîţiva dintre liliecii care dorm toată ziua şi aceştia zboară speriaţi prin peşteră. Atunci începem noi discuţia: unii auzim ţipetele liliecilor, alţii n-aud nimic! Cine are dreptate?
Urechile noastre nu pot percepe toate undele acustice care se produc în apropierea lor. Dacă la ureche ne ajung sunete cu mai puţin de 16 vibraţii pe secundă, urechea nu le percepe. Tot aşa nu auzim nici vibraţiile care depăşesc numărul de 15—20 000 pe secundă. Perceperea sunetelor are o limită superioară şi una inferioară, limite care diferă însă, întru cîtva, de la om la om. La oamenii bătrîni, cea superioară coboară cîteodată pînă la 6 000 de vibraţii pe secundă. Aşa se întîmplă că sunetele stridente, pe care unii oameni le aud foarte clar, pentru alţii parcă nici nu ar exista !

Deci, şi vizitatorii peşterii, care au afirmat că liliecii au ţipat, au avut dreptate, la fel cum au avut şi cei care au negat acest lucru, deoarece este evident că ultimii nu au auzit glasul liliecilor, acesta avînd un număr de vibraţii extrem de mare, superior puterii de percepţie a urechii celor ce n-au auzit nimic.

Sunetele naturii

Multe insecte — ţînţarii, sau greerii, — produc sunete cu peste 20 000 de vibraţii pe secundă. Pentru unele urechi acest sunet există, pentru altele — nu. Cei insensibili la

107

sunete atît de înalte, au liniştea asigurată, dar ceilalţi trebuie să suporte o mulţime de sunete stridente.

Fizicianul englez Tyndall a observat odată un caz similar, pe cînd făcea o excursie în Elveţia, cu un prieten de-al său. El îşi descrie întîmplările astfel:

„De ambele părţi ale drumului, prin livadă, mişunau insecte, care umpleau aerul cu un bîzîit foarte ascuţit. Prietenul meu nu auzea însă nimic: muzica insectelor era dincolo de limita auzului său!" Acest lucru este de altfel firesc, deoarece zumzetul subţire şi pătrunzător al insectelor este cu o octavă întreagă mai înalt decît ţipetele liliecilor!

Cum funcţionează urechea?

Renumitul fizician german Helmholtz s-a ocupat, încă din secolul al XIX-lea, şi de construcţia urechei, cum şi de explicaţia auzului. Partea din afară a structurii interioare a urechii este formată clintr-un canal auditiv în formă de tub, lung de 2—3 cm şi lat de 0,5 cm.

Capătul interior al canalului este închis de timpan. Acesta transmite vibraţiile aerului spre interiorul urechii. Transmiterea sunetelor se face cu ajutorul unor oscioare, care se sprijină pe timpan. Cele 3 oscioare, — anume ciocanul, nicovala şi brăţara — transmit vibraţiile timpanului pe o altă membrană.

In spatele acesteia se află „melcul", un tub lung de 3—4 cm în formă de spirală triplă, iar pe toată lungimea tubului trece o membrană întinsă, în care putem găsi terminaţiile nenumărate ale nervului auditiv.

Melcul este plin cu un lichid dens, care transmite vibraţiile aerului la membrană. Terminaţiile nervului preiau de aci vibraţiile. Această membrană se cheamă, din cauza rolului ei important, „membrană de bază".

Potrivit ipotezei lui Helmholtz, în ea se întind mai multe mii de coarde alăturate. Intrucît membrana este mai îngustă

17*

107

în fundul melcului, acolo lungimea coardelor este şi ea mai redusă, deci această porţiune ar trebui să perceapă sunetele înalte.

In adevăr, şi la pian sunetele înalte sînt redate prin coardele scurte, iar cele joase prin coardele lungi. La ureche, sunetele cele mai joase sînt percepute prin părţile lărgite ale membranei de bază, aflate în partea superioară a melcului. 0 serie de experienţe pe animale au dovedit trăinicia ipotezei lui Helmholtz.

Savantul rus Larionov a stabilit că leziuni mai mici ale membranei de bază sînt însoţite totdeauna de o slăbire a sensibilităţii urechii faţă de anumite înălţimi ale sunetelor.

Nu s-a reuşit însă să se demonstreze existenţa în membrana de bază a corzilor minuscule întinse. Mai mulţi cercetători, dintre care şi cercetătorul maghiar Bekesy, au modificat ipoteza lui Helmholtz, în sensul că sub efectul vibraţiilor acustice se formează turbioane în lichidul dens care umple melcul.

Cu cît sunetul este mai înalt, cu atît va fi şi turbionul mai aproape de începutul melcului. Astfel, turbionul exercită o anumită presiune asupra terminaţiilor nervilor din membrana de bază.

Potrivit ambelor ipoteze, este de înţeles că înălţimea sunetelor care pot fi auzite au o limită inferioară şi una superioară.

Lungimea coardei celei mai scurte sau turbionul cel mai apropiat de membrana de bază determină sunetele cu frecvenţa cea mai înaltă, care pot fi percepute.
Constituţia urechii noastre este rezultatul unei prefaceri de multe milioane de ani. Ea s-a adaptat condiţiilor de viaţă, în cursul dezvoltării oamenilor, vibraţiile cele mai lente, sau cele mai frecvente, nu aveau nici o importanţă din punct de vedere al conservării vieţii, şi de aceea nu s-a format un organ pentru recepţionarea lor.
108
Anumite animale percep însă şi sunete cu o frecvenţă mai mare. De pildă, cîinele aude şi un sunet cu 38 000 de vibraţii pe secundă !
Sunete care uu pot fi auzite
Undele sonore care se succed atît de repede încît urechea omenească nu le mai poate percepe au păstrat pentru noi surprize deosebite. Tot aşa cum ochiul nu poate observa licărirea provocată de curentul alternativ la o lampă electrică incandescentă, nici urechea nu poate auzi sunetele ale căror vibraţii pe secundă depăşesc numărul de 20 000. Aceste sunete care nu mai pot fi auzite sînt aşa-numiţele „ultrasunete".
Fizica şi tehnica de astăzi sînt în măsură să producă o serie întreagă din aceste ultrasunete, ajungînd chiar pînă la un număr de 700 000 vibraţii pe secundă. Un astfel de „sunet" este cu circa 18 octave mai înalt decît cel mai înalt „do" al pianului.
Ultrasunetele de mare intensitate sînt produse cu ajutorul unor plăci şlefuite din cristale de cuarţ. De cele două laturi, aflate faţă în faţă, ale acestor plăci, se fixează alte plăci, metalice, care se leagă la cei doi poli ai unei surse de curent electric.
Cuarţul prezintă o sensibilitate deosebită faţă de tensiunea electrică: sub efectul curentului, cristalul de cuarţ se dilată sau se contractă, în funcţie de sensul curentului. Dacă îl supunem unui curent alternativ, cristalul se dilată sau se contractă, după alternanţa curentului.
Cristalul începe să vibreze. Aceste vibraţii pot fi atît de puternice, încît să stingă o lumînare adusă în apropierea cristalului.
Dar ele pot fi transmise cu mult mai bine, introducînd cristalul în ulei, deoarece aerul conduce relativ prost ultrasunetele, şi absoarbe foarte mult din ele.
108
Cristalul vibrează cu o energie extrem de mar^. Puterea acustică a ultrasunetului, care nu poate fi auzit, este în sens fizic, cîteodată, de 10 000 de ori mai mare decît detunătura unui tun ! Şi într-adevăr, capacitatea acustică a unei detunături de tun este de 0,001 waţi, în timp ce cu ajutorul cristalului putem produce fără nici o dificultate un ultrasunet cu o capacitate de 10 waţi.
Dacă s-ar întrebuinţa întreaga energie produsă de un orator în cursul discursului său, în vederea încălzirii unui centimetru cub de apă, oratorul ar trebui să vorbească fără întrerupere timp de 100 de ani, pentru ca apa să se încălzească abia cu un grad !
Bubuitul unui tun ar putea efectua această încălzire în decurs de o oră, în timp ce ultrasunetul cu o capacitate de 10 waţi ar încălzi apa într-un sfert de secundă !
Deşi nu auzim ultrasunetul, ne putem da seama de efectul lui.
Dacă introducem, de exemplu, o placă de cristal în vibraţie, într-un vas umplut cu ulei, uleiul fierbe puternic, şi vedem picăturile sărind pînă la 40 cm înălţime!
Dacă introducem acum în ulei capătul unui tub de sticla de 1 metru lungime, am simţi în mîna care ţine celălalt capăt o arsură, a cărei cicatrice ar rămîne multă vreme vizibilă pe pielea noastră ! Capătul tubului de sticlă ar putea chiar să ardă o gaură într-o bucată de lemn ! Energia ultrasunetului s-a transformat în căldură.
Cum se orientează liliacul?
Limita auzului diferitelor animale nu are acelaşi număr de vibraţii. Fireşte că animalele, sau insectele care emit ultrasunete, le şi pot auzi în acelaşi, timp.
Lucrurile cele mai interesante au fost constatate la lilieci. Modul lor de viaţă este cu totul special. Trăiesc în peşteri întunecoase şi vînează noaptea, aşa încît ochiul îi orientează

foarte puţin asupra lumii exterioare. în schimb, se conduc după auz.
Cum se întîmpla aceasta? Liliacul emite în timpul zborului, de 4—5 ori pe secundă, un sunet de scurtă durată. Numărul vibraţiilor acestui sunet depăşeşte cu mult capacitatea auzului omenesc, ele sînt ultrasunete.
Asemenea vibraţii rapide ale aerului nu se împrăştie ca sunetele mai joase. Chiar şi o pîlnie atît de minusculă, ca gura liliacului, este suficientă pentru ca vibraţiile să fie dirijate, într-o rază îngustă, drept înainte. Dacă vibraţiile se lovesc de un perete sau de alt obstacol, ele sînt reflectate şi ajung înapoi la liliac.
De pildă, dacă sunetele ajung înapoi într-o zecime de secundă de la emiterea lor, aceasta însemnează că drumul parcurs de sunet pînă la obstacolul cel mai apropiat şi înapoi, a fost în total de 34 metri, adică obstacolul se găseşte la o distanţă de 17 metri. Liliacul poate zbura liniştit mai departe în această direcţie.
Dacă ecoul revine însă după o sutime de secundă, obstacolul nu mai este decît la o depărtare de 1,7 metri. în consecinţă, liliacul va schimba instinctiv direcţia zborului şi se va orienta prin emiterea altor sunete, ca să afle în ce direcţie are cale liberă pentru zbor.
Dacă ar folosi în locul ultrasunetelor sunete mai joase, liliacul nu s-ar putea orienta precis, deoarece sunetele mai joase nu se propagă în fascicole destul de înguste.
Oare liliacul se orientează într-adevăr atît de bine? Multe povestiri ne relatează că liliacul se zbate în întuneric şi se agaţă şi de părul femeilor. Aceste relatări cuprind mult adevăr. Nu orice suprafaţă reflectă ultrasunetele. Părul, şi mai ales părul fin al femeilor, absoarbe vibraţiile emise, aşa încît liliacul nu este informat de prezenţa femeilor şi crede că are cale liberă. în loc să le ocolească, el zboară
109
mai departe, şi se poate întîmplă să se încurce în par, creînd momente de panică !
Naturaliştii au descoperit secretul orientării liliacului abia acum cîţiva ani. Dar cu cîteva decenii în urmă fizicianul francez Langevin — ilustru reprezentant al ştiinţei progresiste — a descoperit aceeaşi metodă de orientare. în baza descoperirii sale, se măsoară adîncimea fundului mării prin reflectarea ultrasunetelor, şi tot aşa se descoperă ieebergu-rile plutitoare, iar în timpul războiului, submarinele.
Sunetul care vindecă
în Evul mediu s-au făcut încercări de a vindeca anumiţi bolnavi cu ajutorul sunetului. Se afirmă că s-ar fi aşezat lîngă o orgă anumite cutii de rezonanţă, din sticlă, şi că acestea au început să vibreze puternic, sub influenţa sunetelor emise de orgă, scuturînd zdravăn bolnavii care şedeau pe cutiile de sticlă. Cu această orgă au fost trataţi, în primul rînd, nebunii şi demenţii, dar nu ştim dacă tratamentul a avut succes.
Cercetătorii au studiat îndeaproape efectul ultrasunetului asupra organismelor vii. Ei au observat, în cursul studierii, că atunci cînd energia este destul de mare, ultrasunetul distruge în scurt timp algele, peştişorii şi broscuţele dintr-un vas plin cu apă.
Specificul biologic al ultrasunetelor cu un anumit număr de vibraţii este că ele distrug celulele. Sub efectul unor asemenea unde, se distrug globulele roşii şi albe, epiderma şi celulele ficatului.
Şi toate microorganismele pier, atît cele care provoacă bolile, cît şi cele inofensive.
Microscopul electric arată că undele de ultrasunet distrug celulele bacteriilor de fermentaţie şi chiar pe cele ale tuberculozei. Ori, se ştie că microbii tuberculozei sînt dintre cei mai rezistenţi. în cîmpul undelor
109
Efectul ultrasunetului asupra microbilor tuberculozei.
de ultrasunet, microbii tuberculozei sînt pur şi simplu striviţi. La fel se întîmpla cu virusurile.
„Moartea acustică" a celulelor a fost examinată şi ea îndeaproape. Sub efectul ultrasunetului, celulele se umflă, se decolorează şi, în sfîrşit, se descompun într-un fel de

explozie. Cîteodată pereţii celulelor crapă chiar şi la vibraţii mai reduse şi neordonate. Alteori, pereţii celulelor capătă numai deschizături în formă de pîlnie prin care conţinutul celulei se răspîndeşte în mediul înconjurător. Firele algelor se rup uşor sub influenţa ultrasunetului, iar temperatura cobailor se urcă la 45°.
Ultrasunetul distruge între altele şi bacteriile care provoacă acrirea laptelui şi de aceea el este un mijloc excelent pentru a conserva laptele timp de mai multe zile. Ultrasunetul nu se întrebuinţează încă
pe scară largă pentru scopuri curative. Totuşi, s-au obţinut unele succese în vindecarea bolilor unor organe interne. Mai ales la tratamentul bolilor cronice ale articulaţiilor, s-au obţinut rezultate remarcabile, durerile scad şi membrele, care s-au mişcat cu greu, devin mai mobile.
Pescuitul cu ajutorul undelor sonore
Undele de ultrasunet se întrebuinţează-şi pentru descoperirea migraţiilor de scrumbii. Scrumbiile înoată în mare, într-un număr imens, în grupuri, şi este foarte important pentru vasele pescăreşti ca să
Efectul ultrasunetului asupra virusului bolii denumită mozaicul tutunului'*

le descopere. Daca un vas se întîlneşte cu o asemenea migra-ţie de peşti, el îşi poate umple bunkerele printr-o singură scoatere a plaselor, în timp ce alte vase sînt cîteodată obligate să se întoarcă şi cu o pradă foarte slabă, ca să nu li se strice şj aceasta.
în trecut, descoperirea migraţiilor de scrumbii era lăsată la voia întîmplării. Degeaba se convenise ca vasele pescăreşti să se informeze între ele asupra direcţiei în care par a se deplasa scrumbiile — că ele nu erau de loc dispuse să-i anunţe pe pescari încotro au de gînd să meargă !
Se caută de multă vreme un mijloc sigur pentru stabilirea prezenţei şi a drumului peştilor. In Anglia, de exemplu, s-au trimis avioane speciale care informau pescarii prin radio unde au văzut „convoiul". Sistemul acesta, însă, costă prea scump.
Problema a fost soluţionată, în mod radical, cu ajutorul ultrasunetului. In fond, se aplică aceeaşi metodă prin care se orientează liliecii^ se emit ultrasunete în direcţia fundului mării şi se observă după cît timp se întorc.
Undele sînt produse de un cristal de cuarţ, montat sub apă, într-o latură a vaporului. Acest cristal este făcut să vibreze printr-o instalaţie care seamănă cu un post de radioe-misiune. Acelaşi cristal recepţionează şi undele reflectate, transmiţîndu-le la o instalaţie de înregistrare, de pe care se poate citi direct adîncimea!
Pe aparatul pentru înregistrarea adîncimilor se mişcă o dîră luminoasă, în faţa unui cadran gradat în metri. După natura semnalului luminos, se poate stabili şi felul fundului mării, sau dacă sunetul a fost reflectat de un număr mare de peşti.
Densitatea corpului peştilor diferă de densitatea apei, aşa încît undele de ultrasunet sînt reflectate şi de peşti. Cum însă suprafaţa formată de ei nu este continuă, fascicola luminoasă care arată adîncimea devine ştearsă.

Căpitanul are în faţă harta adîncimilor mării şi poate constata printr-o singură privire dacă adîncimea măsurată corespunde cu datele de pe hartă. In cazul cînd datele nu corespund, este sigur că undele au fost reflectate de peştii care înoată în adîncime.
Cu ajutorul acestei instalaţii se poate descoperi orice piedică aflată în calea undelor ultrasunetului. Aşa s-a putut găsi, de pildă, epava transatlanticului uriaş „Luzitania", care s-a scufundat în primul război mondial. Este însă adevărat că s-au efectuat aproape 7 000 000 de măsurători pînă ce s-a reuşit să se găsească vaporul.
în Ungaria, ultrasunentul a început să fie întrebuinţat la pescuitul în lacul Balaton. Bogăţia nemărginită de peşti a lacului Balaton nu a fost încă explorată nici pe departe. Peştii stau ascunşi în diferite puncte ale lacului, în timpul cînd începe migraţiunea. Aceste locuri se descoperă cu ajutorul ultrasunetului.

Ultrasunetul în tehnică
Ultrasunetul se foloseşte astăzi într-o bună măsură şi în tehnică, iar în viitor, după toate probabilităţile, cîmpul lui de utilizare se va lărgi foarte mult.
Unul din domeniile de întrebuinţare actuală a ultrasunetului este controlul tehnic. Este foarte important pentru industria siderurgică să nu existe, în masa metalelor, incluziuni, fisuri, sau alte defecte neobservate. Pentru descoperirea lor, metalele sînt supuse unor „radioscopii" cu ultrasunet.
Ultrasunetul pierde din intensitate acolo unde este densitatea mai mică. Părţile de componenţă diferită ale metalelor reflectă deci vibraţiile cu o intensitate diferită. Cu această metodă se pot „asculta" şi piese turnate avînd o grosime de un metru şi jumătate, ceea ce este imposibil chiar cu razele Roentgen cele mai puternice.
111
Ultrasunetul încălzeşte corpurile prin care trece, şi favorizează, deci, o coacere rapidă. El accelerează procesele chimice, fărîmă unele materiale rigide şi pulverizează corpurile solide aflate în lichide, formînd emulsii foarte durabile.
In chimie, denumim emulsii acele lichide care conţin, în masa lor, anumite particule solide, extrem de mici, rămase încă nedizolvate. In acest domeniu s-au obţinut succese foarte mari cu ultrasunetul.
Dacă punem, de pildă, într-o eprubetă apă şi mercur, iar eprubeta o introducem în baia de ulei a cristalului de cuarţ în vibraţie, — mercurul, care în mod obişnuit nu se amestecă de loc, aci se amestecă într-un timp foarte scurt, dînd un lichid cenuşiu. Mercurul se emulsionează în apă, sub efectul ultrasunetului, la fel ca grăsimea în lapte!
Cu ajutorul ultrasunetului, putem transforma în emulsii şi alte licKide, care pînă acum nu s-au putut amesteca. Pînă şi untura de peşte poate fi amestecată cu apa!
Energia ultrasunetului este atît de mare, încît chiar şi metalele foarte fin măcinate, ca de exemplu, praful de aur, se poate mărunţi şi mai mult în lichid. Aceasta permite fabricarea materialelor fotografice, cu granulaţie extrem de fină.
Aliajele metalelor neferoase joacă un rol foarte important în tehnica modernă. Ele au, însă, pe lîngă multe proprietăţi excelente, şi defectul că în cursul turnării formează în masa lichidă diferite bule de aer. Prin iradiere cu ultrasunet, putem depărta însă foarte uşor chiar şi bulele cele mai mici.
Tot cu ajutorul ultrasunetului, putem amesteca perfect şi uniform plumbul şi aluminiul lichid, care altfel nu se dizolvă unul într-altul, — sau putem produce aliaje dintre cele mai variate şi mai noi, necesare unor scopuri tehnice speciale.
Ultrasunetul mai are şi alte utilizări interesante. într-un singur minut, putem să curăţim de praf, cu ajutorul lui, 200
111
litri de gaze sau apă. Tot cu el limpezim lichidele tulburi. Inginerii-chimişti maghiari au constatat că rachiul de fructe capătă o aromă deosebită dacă este tratat cu ultrasunet! Şi durata de maturizare a vinului o putem reduce la o treime, dacă folosim un tratament cu ultrasunet!
Trucuri iu sonorizarea cinematografică
întîlnim foarte des, în filmele cu desene animate, uriaşi şi pitici. Piticii vorbesc piţigăiat, în timp ce uriaşii vorbesc cu voce groasă. Să nu credeţi că vocea piticilor se poate înlocui totdeauna prin voci de copii. Se întîmpla adesea ca şi rolurile piticilor să fie interpretate de oameni mari.
Iscusinţa tehnicianului de sunet transformă vocea acestora, făcînd-o să semene cu a unui copil. Nu e prea greu. Se înregistrează vocea artiştilor care interpretează rolul piticilor pe o bandă care se învîrteşte mai încet, iar vocea uriaşilor pe o bandă care se învîrteşte mai repede.

Imaginea este proiectată pe ecran cu viteza obişnuită. Rezultatuleste că spectatorii aud vocea piticilor cu un număr de vibraţii mai mare decît cel normal, adică mai piţigăiat. Tot astfel şi vocea uriaşilor are un număr mai redus de vibraţii, deci pare mai groasă.
Observăm acelaşi fenomen dacă schimbăm viteza patefonului. Cînd placa se învîrteşte mai rapid, vocea devine mai înaltă, mai ascuţită, iar cînd încetinim rotaţia, vocea coboară dintr-odată, îngroşîndu-se.

## Fluieratul locomotivei

Dintr-un port, pleacă în fiecare zi, la ora 12 fix, cîte un vapor, spre alt port, şi drumul durează exact 7 zile. Din celălalt port, porneşte tot zilnic, exact la ora prînzului, cîte un vapor, spre primul port, şi drumul acestor vapoare durează



tot cîte 7 zile. Cu cîte vapoare ne vom întîlni în drum călătorind de la primul port la al doilea?
Răspunsul cel mai obişnuit la această întrebare este că ne vom întîlni cu 7 vapoare, deoarece în fiecare zi vine cîte unul din direcţia opusă. Dar nu astfel stau lucrurile. Nu ne întîlnim numai cu vapoarele care au pornit în acelaşi timp cu noi, sau după noi, ci şi cu acelea care au pornit cu o zi, două, trei ş.a.m.d., timp de 7 zile înainte de plecarea noastră din portul celălalt. în consecinţă, ne întîlnim pe drum, în total, cu 14 vapoare.
Oricine a constatat, probabil, — dacă a stat să asculte atent, lîngă linia de cale ferată, fluieratul locomotivei ce i-a trecut prin faţă în viteză mare — că acest sunet prelung are înălţimi diferite. Cîtă vreme trenul se apropie, auzim un sunet oarecare, de o înălţime constantă. Dar odată ce locomo-motiva ne-a trecut prin faţă şi a început să se depărteze, fluieratul ei capătă un timbru mai adînc. Dacă trenul merge destul de repede, diferenţa între înălţimea celor două feluri de fluierături este aproape exact intervalul dintre două tonuri. Ce provoacă acest fenomen?
Să nu uităm că înălţimea unui sunet depinde totdeauna de numărul lui de vibraţii.
Ventilul fluierului locomotivei emite tot timpul un sunet cu acelaşi număr de vibraţii, dar urechea noastră aude diferite înălţimi de sunet, după cum sursa vibraţiilor se apropie, stă pe loc, sau se îndepărtează.
Să revenim acum la ghicitoarea de adineaori. Dacă am observa, stînd în primul port, vapoarele care sosesc din portul al doilea, în timp de 7 zile, am număra numai 7 vapoare. Dar cînd şi noi ne apropiem spre al doilea port, ne vom întîlni cu mult mai multe vapoare — cu de două ori pe atîtea!
Tot aşa se întîmplă şi cu undele sonore. Cînd locomotiva vine spre noi, în urechea noastră ajung mai multe vibraţii decît atunci cînd sunetul vine dintr-o sursă care nu se mişcă.



Auzim, deci, numărul mai mare de vibraţii, sub forma unui sunet mai înalt. Cînd locomotiva se îndepărtează, ajung la urechea noastră mai puţine vibraţii, şi deci auzim un sunet mai jos

## Descoperirea lui Doppler

Fenomenul descris mai sus a fost descoperit în 1842 de fizicianul Doppler, din Praga. El a fost observat nu numai la sunete, ci şi la lumină, căci şi aceasta se propagă prin unde. Variaţia frecvenţei undelor luminoase apare ochiului nostru sub forma schimbării de culoare.
Efectul Doppler — cum a fost denumit fenomenul — a dat astronomilor posibilitatea uimitoare de a determina dacă un astru se apropie sau se îndepărtează de pămînt, ba mai mult, el permite şi măsurarea vitezei deplasării acestuia.
După cum ştim, există în spectrele corpurilor cereşti linii negre, — aşa-numitele linii ale lui Frauenhofer. Cînd corpul ceresc se îndepărtează, lumina sa ajunge la noi cu un număr mai redus de vibraţii, la fel ca fluierătura locomotivei ce se depărta.
Percepem reducerea numărului de vibraţii prin faptul că liniile lui Frauenhofer se deplasează în spectrul corpului ceresc în spre culoarea roşie, care are un număr mai

redus de vibraţii. Dacă, dimpotrivă, astrul se apropie, atunci liniile spectrale se deplasează în spre violet, care are vibraţii mai multe.
Acest exemplu demonstrează în mod plastic posibilităţile nelimitate ale descoperirilor ştiinţifice. Efectul Doppler a fost constatat pentru prima oară la unde sonore cu o lungime de mai mulţi metri, şi mai tîrziu s-a dovedit că el poate fi utilizat şi la raze luminoase cu lungimi de miime de milimetru. In sfîrşit, efectul a fost folosit pentru descrierea mişcării astrelor, care zboară în univers la depărtări de necrezut.
113
Istoria unei amenzi
Se spune că un fizician american a vrut să scape de o a-mendă de circulaţie, invocînd efectul Doppler. într-adevăr, un agent a vrut să-1 amendeze odată pentru că nu s-a oprit la o intersecţie, deşi stopul arăta roşu. El a început să demonstreze agentului de circulaţie că atunci cînd ne apropiem repede spre un semnal de culoare roşie, aceasta ne apare verde.
Dacă şi agentul ar fi avut cunoştinţele de fizică ale contravenientului, el ar fi putut calcula că această modificare a culorilor se putea, în adevăr, produce — însă numai dacă maşina ar fi gonit cu o viteză extraordinară. Calculele lui ar fi dus la rezultatul că, pentru schimbarea aparentă de culoare, trebuie neapărat o viteză de 135 milioane de km pe oră!
Cu această viteză, fizicianul ar fi putut ajunge, într-o oră, aproape pînă la soare ! Dacă l-ar fi iertat, deci, de amendă pentru încălcarea semnalului de oprire, ar fi trebuit să-1 amendeze pentru depăşirea vitezei de circulaţie ! Oricum am judeca-o, amenda a fost dreaptă!
La întrecere cu sunetul
Oare ce-am auzi dacă ne-am îndepărta de orchestră, cu viteza sunetului, în timp ce ea cîntă? Pentru a şti ce să răspundem, să examinăm un caz, care, deşi în aparenţă nu are nimic de-a face cu problema noastră, în fond îi seamănă foarte mult!
Ziarele de la Leningrad sînt transportate zilnic cu un tren de mesagerie, în părţile cele mai îndepărtate ale Uniunii Sovietice. Călătorind cu acest tren, am vedea la chioşcurile de difuzare a presei, din fiecare staţie, totdeauna acelaşi număr de ziare, şi anume cele care au apărut în ziua plecării noastre. Acest lucru este firesc, deoarece numărul de ziare
113
a mers in acelaşi tren cu noi, iar cele mai recente vor fi aduse cu trenul din ziua următoare.
Pe această bază, putem trage concluzia că atunci cînd ne-am îndepărta de orchestră cu viteza sunetului, am auzi un singur sunet, cel care a fost cîntat în momentul plecării noastre.
Numai că această concluzie nu este justă. Cînd ne îndepărtăm cu viteza sunetului, distanţa între undele sonore şi noi va rămîne constantă. Undele sonore nu ne pot prinde din urmă ! Aşadar nu auzim nici un fel de sunete, ca şi cum orchestra ar fi încetat brusc să cînte.
Dar pentru care motiv, comparaţia cu ziarele duce la un alt răspuns? Pentru că am aplicat comparaţia în mod greşit. Călătorul care întîlneşte la fiecare staţie acelaşi număr al ziarelor, şi-ar putea închipui că din ziua plecării sale editarea numerelor noi ale ziarelor de la Leningrad a încetat. Pentru el, editarea ziarelor ar fi încetat, aşa cum ar fi dispărut şi ultima notă a orchestrei pentru ascultătorul care merge cu viteza sunetului.
O vibraţie a sunetului mai ajunge, de fapt, în urechea noastră, în momentul pornirii, şi ea corespunde ziarului care călătoreşte în acelaşi tren cu noi. Dar la fel cum un singur ziar nu este o ediţie, nici o singură vibraţie acustică nu este încă un sunet! Numai vibraţiile aerului care ajung în urechea noastră, la intervale regulate, ne dau impresia unui sunet.
Fonul, unitatea de măsură a intensităţii sunetului

înainte de proiectarea filmelor la cinematografe, inscripţiile ne vestesc numele scriitorului, al regisorului, al actorilor şi încă al unui mare număr de colaboratori, care au contr'buit la realizarea filmului. Printre aceştia, vedem că există şi un inginer de sunet. El conduce munca de sonorizare.
18
114
în primul moment, ne va surprinde combinaţia celor două cuvinte: inginer şi sunet. Oare sunetul este ceva ce se măsoară prin mijloace inginereşti? Fireşte că da, ba mai mult, unele proprietăţi ale sunetului pot fi măsurate separat.
Cel mai de mult se cunoaşte măsurarea înălţimii sunetelor. înălţimea depinde de numărul de vibraţii, care pot fi măsurate cu ajutorul unei sirene. După o asemenea determinare, putem spune chiar de cîte ori un sunet este mai înalt decît altul. înălţimea unei octave, de exemplu, este exact de două ori cît înălţimea sunetului de bază.
Nu este atît de simplă determinarea intensităţii sunetului, în primul rînd. trebuie să definim ce înţelegem sub numele de „intensitate" şi de care particularitate fizică a vibraţiilor sonore este legată această însuşire. Este vorba de puterea cu care percepem sunetul. Am putea crede că auzim un sunet cu atît mai puternic, cu cît vibraţiile sonore sînt mai puternice. Aproape aşa este. Numai că intensitatea sunetului depinde şi de numărul de vibraţii, adică de înălţimea lui. Auzim, de exemplu, mai bine un sunet înalt, decît un sunet jos de aceeaşi intensitate. Aşadar, intensitatea este puterea sunetului care se formează în ureche. Pentru a o putea măsura, trebuie să alegem o unitate de măsură*.
în mod arbitrar, s-a ales drept unitate o anumită impresie de intensitate, căreia i s-a dat numele de „fon". Fon însemnează pe greceşte „sunet". ,
Exprimînd intensitatea sunetelor pe care le întîlnim în
practică, obţinem următoarele date:
Foşnetul frunzelor.................................... 20 foni
O convorbire liniştită................................ 40 „
O cuvîntare obişnuită................................ 60 „
Zgomotul făcut de tramvaie.......................... 70 „
Un radio lăsat să cînte puternic într-o încăpere închisă .... 80 „
Un claxon puternic de automobil de la 7 metri distanţă 90 „
Zgomotul unei motociclete............................ 100 „
Zgomotul făcut de nituitori........................... 110 ..
114
Urechea noastră poate stabili, cu o remarcabilă sensibilitate, dacă două intensităţi de sunet sînt egale. Pe a-ceastă însuşire a urechii noastre se bazează şi aparatul care măsoară intensitatea sunetului, „fonometrul". In fonometrul cel mai simplu găsim un buzzer, ca acelea folosite în loc de sonerie electrică.
Buzzerul fonometrului închide şi deschide un circuit electric, în ritmul vibraţiilor sonore. Curentul electric este condus la un receptor de telefon, care-1 transformă în sunet. Intensitatea sunetului ce se formează în receptor depinde de intensitatea curentului, care poate fi modificată, printr-o rezistenţă reglabilă, pînă cînd auzim sunetul din receptor cu aceeaşi intensitate ca sunetul ce urmează să fie măsurat.
Gradaţia fonometrului este legată de rezistenţa reglabilă aşa încît putem citi de-a dreptul valoarea în foni, şi nu valoarea rezistenţei.
Unde latră cîinele?
Observaţiile arată că omul poate stabili exclusiv prin auzul său din ce direcţie vin undele sonore. Nici nu am ieşit bine pe poartă şi ştim imediat dacă un cîine care latră se găseşte la dreapta sau la stînga noastră. Această capacitate a auzului seamănă întrucîtva cu vederea spaţială şi este un rezultat al faptului că avem un organ dublu pentru simţul auditiv: cele două urechi.

Dar numai vibraţiile sonore care vin dintr-o sursă aflată exact în faţa noastră ajung simultan în ambele urechi. Dacă se află mai în stînga, ele ajung mai repede la urechea stînga, şi mai tîrziu la cea dreaptă.

Din această diferenţă de timp, ne dăm seama în ce direcţie se află sursa sunetului, adică unde latră cîinele ! Dacă sunetul ajunge în urechea noastră stînga cu 3 suta-miimi de secundă mai repede decît în urechea dreaptă, ne dăm seama că sursa sonoră se află la un unghi de 3—4 grade spre

18*

115

stînga, faţă de planul care ar trece prin mijlocul capului nostru. Această însuşire a auzului este demonstrată şi prin faptul că un om surd de o ureche nu-şi dă seama de unde vine sunetul. Dar există un alt fenomen care îi vine în ajutor, în vederea determinării direcţiei sursei sonore. Şi anume, urechea dreaptă aude sunetul care vine din dreapta mai repede şi mai puternic decît urechea stînga.

Cauza este că între undele sonore care vin din dreapta şi urechea stînga se află capul, în timp ce drumul spre urechea dreaptă este liber. Capul formează o „umbră sonoră".

în consecinţă, şi surdul de o ureche poate determina direcţia sunetului întorcînd capul, cu urechea sănătoasă spre stînga ori spre dreapta.

Aceeaşi problemă se pune şi la filmele sonore, la care regisorii caută să redea cît mai bine iluzia realităţii.

Sunetul se înregistrează prin două microfoane, se amplifică prin două amplificatoare şi se fotografiază pe peliculă în două benzi separate. Dacă şi la cinematograf se instalează două difuzoare, cele două înregistrări sonore vor da impresia unui sunet în spaţiu.

La asemenea filme, denumite filme stereofonice, putem auzi cu ochii închişi dacă lătratul cîinelui vine din dreapta sau din stînga, mai de aproape sau mai de departe. Efectul este atît de surprinzător, încît zgomotul unui avion care zboară pe ecran, înspre noi, îl auzim ca şi cum avionul ar zbura deasupra noastră, în sală.

„Este vocea dumneavoastră, o puteţi duce acasă"!

Cu 15—20 de ani în urmă, o întreprindere cu mult spirit comercial a făcut o asemenea reclamă realizării sale, con-stînd din înregistrarea pe plăci de patefon a vocii oricui, — plăci care se vindeau apoi cui dorea să le aibă. Cumpărătorul îş( putea trimite atunci „graiul" unor rude îndepărtate, şi

115

ne putem închipui bucuria bunicului care a putut asculta la patefon, de ziua sa, felicitarea nepoţelului iubit! * Bineînţeles că nu era un cadou ieftin, deoarece placa de patefon nu se mai putea întrebuinţa pentru altceva, cînd textul înregistrat îşi pierduse actualitatea. Deaceea, procedeul era folosit numai pentru imprimarea unor scurte felicitări.

Şi cu toate acestea, cît de important ar fi fost, atunci chiar, să se poată înregistra şi păstra cuvîntări mai lungi, conferinţe ştiinţifice, sau discursuri politice, reproducîndu-le oricînd, în cursul deceniilor viitoare.

Tehnica a realizat de curînd şi această invenţie, al cărei nume este magnetofonul, — adică înregistrarea sunetului pe cale magnetică. Vorbitorul sau cîntăreţul transmit sunetele unui microfon, care transformă undele sonore în vibraţii electrice. Acest curent electric alternativ, de mare frecvenţă, trece printr-un electromagnet, care se magneti-zează astfel, mai puternic sau mai slab. Prin cîmpul magnetic al electromagnetului, care are putere variabilă, trece, cu mişcare uniformă, o bandă de oţel, care se magnetizează şi ea, în raport direct cu intensitatea cîmpului.

Magnetizîndu-se mai puternic sau mai slab, pe bandă se formează dealuri şi văi magnetice invizibile, potrivit vibraţiilor schimbătoare ale vocii, şi astfel se face înregis-trarea sunetului. Odată ce a fost imprimată, vocea poate fi auzită din nou, de cîte ori vrem, dacă repetăm întreg procedeul în sens invers.

Noul sistem de înregistrare prezintă mari avantaje. în primul rînd, putem desfiinţa de pe banda de oţel orice înregistrare sonoră veche, ştergînd-o cu ajutorul unui alt magnet, alimentat de curent alternativ, — şi făcînd-o din nou bună pentru alte înregistrări. Aceasta aduce o economie uriaşă de muncă şi de materiale. Pe de altă parte, putem face cu magnetofonul înregistrări sonore de ore întregi, fără întrerupere.

DEZLEGAREA ÎNTREBĂRILOR CU TlLC

î. Călătorul priceput ştia că lungimea unei bucăţi de şină este de 12 metri. Numărul zdruncinăturilor trebuie deci înmulţit cu 12 şi apoi cu 60, iar rezultatul se împarte la 1 000. Aceasta însemnează că înmulţim cu 0,72, adică aproximativ cu 0,75 — ceea ce este egal cu 3/4.

2. Putem examina mişcarea unui zmeu care se deplasează în aerul nemişcat, ca şi cum ar fi vorba de un zmeu nemişcat în aerul ce se

Cu toată presiunea aerului, zmeul se înalţă.

mişcă. Figura ne arată forţa cu care aerul apasă asupra zmeului. Această forţă poate fi înlocuită prin altele două: una paralelă cu planul zmeului şi alta perpendiculară la ea. Ultima este cea care ridică zmeul.

3. Să calculăm cu ce viteză se învîrteşte un punct oarecare de pe ecuator. El parcurge într-o zi, adică în 86 400 de secunde, un drum egal cu lungimea ecuatorului, adică de 40 000 km, deci 464 metri pe secundă. O asemenea viteză încă nu s-a putut realiza. Fireşte că punctele de pe glob care nu se află pe ecuator se deplasează cu o viteză mai mică.



t

La latitudinea geografică 83, şi mai sus, se pot realiza viteze mai mari decît viteza pămîntului. Aici, conducătorul unui automobil care se deplasează cu o asemenea viteză de la est spre vest, poate vedea că soarele rămîne nemişcat pe cer şi nu apune niciodată. Dacă maşina sa merge cu o viteză şi mai mare, poate chiar să o ia înaintea pămîntului şi atunci conducătorului i se pare că soarele nu mai răsare la răsărit, ci la apus.

4. Puterea de atracţie a pămîntului asupra corpurilor, adică greutatea corpurilor — vorbind în mod teoretic —nu dispare nicăieri: ea devine cu atît mai mică, cu cît ne îndepărtăm mai mult de globul pămîntesc, dar nu va fi niciodată redusă la zero.

Ne putem închipui că un corp oarecare primeşte o viteză iniţială atît de mare, încît poate ieşi din raza în care puterea de atracţie l-ar putea readuce pe pămînt. Calculele arată că această viteză este de 11,19 km/secundă, dar care pînă acum nu a putut fi atinsă. Viteza cea mai mare realizată este de 1,5 km/secundă.

5. Frecarea nu depinde de mărimea suprafeţei de alunecare, deci frecarea va fi aceeaşi, oricare va fi latura pe care alunecă o cutie de chibrituri.

6. Bucata de piatră aflată în vîrful bolţii, deasupra ferestrei, are forma unei pene. Pe ea apasă zidul aflat deasupra. Piatra nu se poate deplasa însă, — tocmai din cauza formei sale de pană, — şi apasă doar asupra blocurilor de piatră învecinate. Forţa de compresiune poate fi înlocuită prin alte două forţe, care sînt ţinute în echilibru de rezistenţa pietrelor învecinate. De aceea, arcul nu poate fi sfărîmat de presiunea venită din exterior.

7. Greutatea de pe cîntarul de piaţă poate aluneca pe bara acestuia. Ea ţine în echilibru o greutate cu atît mai mare, cu cît este mai îndepărtată de axa de balansare a barei cîntarului.

8. Piatra va fi aruncată mai departe de băiatul care o leagă de o sfoară, o învîrteşte şi apoi îi dă drumul, — deoarece el poate imprima pietrei o viteză periferică mare. In acest caz, inerţia corpului se manifestă ca forţă centrifugală. Această forţă centrifugală va fi cu atît mai mare, cu cît viteza periferică este mai mare şi sfoara este mai lungă.

9. Trebuie învîrtit.

10. Intre particulele picăturii de mercur acţionează forţa de coeziune internă, care este egală în toate direcţiile, şi de aceea picătura are o formă sferică. Greutatea picăturii este îndreptată într-o
117
direcţie determinată şi anume spre centrul pămîntului. Dacă sfera picăturii este destul de mare, ea se turteşte.
11. Gel care a ajuns la unul din polii pămîntului. într-adevăr, turtirea globului la poli este mult mai mare decît adîncimea la care s-a putut fora pînă acum în adîncurile pămîntului.
12. Greutatea specifică a corpului omenesc este numai cu puţin mai mare decît a apei. Această mică diferenţă a greutăţii specifice o compensăm atunci cînd înotăm. La înot, împingem apa prin mişcările braţelor şi picioarelor, în direcţie oblică. Forţa cu care apăsam are şi o componentă, îndreptată vertical în sus, care învinge diferenţa mică a greutăţii specifice.
13. Nimic, deoarece ghiaţa se contractă la topire în aceeaşi măsură cu care greutatea ei specifică este mai mică decît a apei. ,
14. Dacă scufundăm sticla, bine astupată cu un dop, la o mare adîncime în mare şi apoi o scoatem, vedem că dopul a fost presat în interiorul sticlei, de presiunea apei, şi sticla s-a umplut cu apă.
15. Dacă butoiul este complet închis şi este plin, presiunea aerului exterior împiedică scurgerea vinului la deschiderea canalei. Dacă scoatem însă dopul din gaura aflată în vîrful butoiului, presiunea aerului exterior va acţiona şi acolo, şi va contrabalansa presiunea aşa încît vinul se va scurge prin cana.
16. Pieptul nostru se dilată cînd bem, şi presiunea aerului din cavitatea toracică scade. Şi în cavitatea gurii noastre se rarefiază aerul. Presiunea aerului exterior fiind mai mare, lichidul este împins în spaţiul cu aer rarefiat.
17. Presiunea aerului, deasupra cernelii din rezervorul tocului, este la fel cu cea de pe sol. Gînd avionul se ridică, presiunea aerului din exterior scade, şi presiunea mai mare din interiorul tocului face ca cerneala să iasă din el.
18- Pentru că stratul de aer închis între corp şi pantof este rău conducător de căldură şi astfel evacuarea căldurii naturale a corpului este împiedicată.
19. Dacă suflăm pe mînă, cu buzele ţuguiate, simţim o răceală, deoarece aerul suflat cu mare viteză are acelaşi efect ca vîntul. Afară de aceasta, aerul care în gură este sub presiune, ajunge la o presiune mai mică dacă îl suflăm şi astfel el se răceşte. Dacă suflăm însă pe mînă cu gura larg deschisă, simţim cald. In acest caz, din gura noastră iese aer încălzit la temperatura corpului.
20. Efectul combinat a două însuşirii ale apei stinge focul: ea răceşte materialul care arde sub temperatura de aprindere, şi separă oxigenul din aer de materialul care arde.
117
La Polul Sud.
Puneţi una dintre bare pe masă şi trageţi peste ea capătul celeilalte bare. Dacă atracţia pe toată lungimea ei rămîne uniformă, atunci bara din mîna noastră este magnetul. Dacă atracţia este mai puternică la capete decît în mijlocul barei, atunci bara aşezată pe masă este magnetul.
Firele metalice aruncate din avioane erau formate din fîşii înguste de staniol sau aluminiu. Aceste fîşii se împrăştiau în aer, pe o suprafaţă foarte mare, formînd un adevărat nor metalic. Undele emise de radar erau reflectate de acest nor, în timp ce avioanele mult mai mici îşi îndeplineau misiunile lor de luptă, nestingherite, la „umbra" norului metalic.
Sclipirile sînt provocate de radiaţiile thoriului radioactiv şi a produselor sale de dezagregare. Sclipirile dovedesc că din thoriu zboară unele particule, care se ciocnesc de cristalele colorantului luminescent. Cu ocazia acestor ciocniri se produce lumina. Putem calcula traiectoria -glonţului de armă A—G, pe baza triunghiului A B G, folosind teorema

lui Pytagora. Pentru a parcurge acest drum, este nevoie de tot atîta timp ca pentru deplasarea discului de la4 B la G. Acest interval se determină cu ajutorul turaţiei: t = BC : ndrc. Raportul între drum şi timp ne dă viteza.

BIBLIOGRAFIE

Perelmann : Fizica distractivă, voi. I şi II
0 v e g e s : Fizica epocii celei mai moderne
0 v e g e s : Fizica vie
Oveges : Electricitatea şi viaţa
Kudriavcev : Istorica fizicii
Elet £sTudomâny (Viaţa şi ştiinţa)
Doctor Otto Ula: „De ce" şi „pentru că " (1871)
K 1 u t h : Minunile progresului
„Steagul Nostru".
/

CUPRINS





118

120